



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO  
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

ARI AALTO

KEURUUN PIHLAJAVEDEN VIEMÄRIVERKOSTON SANEERAUS-  
JA LAAJENNUSSUUNNITELMA

Diplomityö

Tarkastaja: Prof. Tuula Tuhkanen  
Tarkastaja ja aihe hyväksytty  
Luonnontieteiden tiedekunta-  
neuvoston kokouksessa  
14. elokuuta 2013

# TIIVISTELMÄ

## TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Ympäristötekniikan koulutusohjelma

**AALTO, ARI:** Keuruun Pihlajaveden viemäriverkoston saneeraus- ja laajennus-suunnitelma

Diplomityö, 40 sivua, 7 liitesivua

Kesäkuu 2013

Pääaine: Vesi- ja jätehuoltotekniikka

Tarkastaja: Prof. Tuula Tuhkanen

Avainsanat: viemäriverkosto, saneeraus, paineviemäri, jätevedenpuhdistamo

Tässä työssä vertailtiin tapaustutkimuksen avulla eri vaihtoehtoja hiljentyvän sivukylän viemäriverkoston saneeraukseen. Pyrkimyksenä oli löytää Pihlajaveden kylän olosuhteisiin kustannustehokas ja pitkälle tulevaisuuteen toimiva jätevesijärjestelmä. Lisäksi työssä suunniteltiin viemäriverkoston laajennus vahvistetun jäteveden toiminta-alueen mukaiseksi. Samalla tehtiin suunnitelmat kylän jätevedenpuhdistamon uusimiseksi.

Viemäriverkoston saneeraamisen suunnittelu aloitettiin olemassa olevaan materiaaliin tutustumalla. Runsaissa maastoselvityksissä tiedot osoittautuivat puutteellisiksi, mikä aiheutti haasteita tarkkojen suunnitelmien laadintaan. Monesti jouduttiin tilanteeseen, jossa viemäriinjan tarkka sijainti tai rakenne selviää lopullisesti vasta kaivutöiden yhteydessä.

Toteutusvaihtoehtoina olivat vanhan verkoston saneeraaminen osittain tai kokonaan tai verkoston muuttaminen paineviemäriksi. Jälkimmäistä vaihtoehtoa tutkittiin verkoston suuren vuotovesimäärän sekä kylän pienentyvän asukasluvun vuoksi. Selvityksissä tulivat kuitenkin ilmi paineviemäriratkaisun aiheuttamat mahdolliset asiakassuhteisiin liittyvät ongelmat sekä verkoston oletettua parempi kunto. Saneeraus suunniteltiinkin toteutettavaksi vanhan viettoviemäriin täsmäkorjauksena.

Yhtenä työn tärkeimmistä tuloksista voidaan pitää teoreettisten mitoitusperusteiden ja käytännön mitoituksen välisiä eroja Pihlajaveden kylän kaltaisissa hyvin pienissä taajamissa. Sekä paineviemäriin, pumppaamoiden että jätevedenpuhdistamon mitoituksessa nojattiin teoreettista mitoitusta enemmän kokemuseräiseen tietoon. Tämä johti usein kirjallisuuden suosituksia pienempiin mitoituksiin.

Suunnitelmista myös jätettiin pois yleisesti käytettyjä osia, kuten viettoviemäriin pituusleikkaukset. Työmaalla tarvittavat tiedot pyrittiin esittämään yksinkertaisesti ja tiiviisti, jotta tieto olisi helposti urakoitsijan löydettävissä ja tulkittavissa. Samaa periaatetta sovellettiin kustannusarvioon, joka toteutettiin osa-alueittain taulukkolaskentaohjelmalla. Kustannuslaskelmat osoittavat tarkan suunnittelun ja maastoselvitysten suuren roolin kustannusten minimoinnissa kohteilla, joiden kunnosta ei ole varmaa etukäteistietoa.

## **ABSTRACT**

TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Master's Degree Programme in Environmental Technology

**AALTO, ARI:** The plan for renovating and extending the sewer network in Pihlajavesi, Keuruu

Master of Science Thesis, 40 pages, 7 Appendix pages

June 2013

Major: Water and Waste Management

Examiner: Prof. Tuula Tuhkanen

Keywords: sewer network, renovating, pressure sewer, wastewater treatment plant

The aim of this thesis was to find a suitable method for renovating the gravity sewer network of small Pihlajavesi village. In addition, extending the sewer network was planned as well as a new wastewater treatment plant. The goal was to plan a cost-effective long-term solution that would take into account local circumstances and meet modern standards of wastewater management.

The process was begun by exploring old plans and other material concerning the current sewer. Lots of fieldwork was done to compare the material with the existing circumstances. Several contradictions between the papers and practice were found which caused problems in creating accurate plans. On a couple of occasions this led into a situation in which the final adjustment will have to be done at the renovating site.

Alternatives for renovating were either fixing old pipelines fully or partially or building a new pressure sewer. The latter option was studied because of the decreasing population and high amount of storm and leak waters in the old pipelines. However, the old pipes seemed to be in a better condition than expected. Changing the whole system would probably have met with resistance among sewage customers so it was decided to carry out the renovation as a precision repair.

One of the most important results of this thesis is the difference between theoretical and empirical dimensioning. In Pihlajavesi, steady decline in population combined with aging people means decreasing water use and fewer potential sewage customers. To ensure functionality of the sewer both today and in the future, mathematically calculated dimensions were somewhat scaled down based on prior knowledge of Keuruu Waterworks.

Also some widely used data, such as longitudinal section drawings, were ignored. In this case, the simple character of the actual construction work enabled using other means of presentation. Basically the goal was to give a contractor all necessary information in a very compact package without any useless data. Finally, budget comparisons between the renovation methods were made. The calculations clearly showed the importance of proper planning and fieldwork in minimizing renovation costs.

## ALKUSANAT

Diplomityöni lähtökohtana oli Keuruun Vesi liikelaitoksen tarve kehittää Pihlajaveden kylätaajaman jätevesijärjestelmää. Työsuhteeni vesilaitoksella mahdollisti täysipainoisen paneutumisen aiheeseen, mistä haluan kiittää vesihuoltopäällikkö Seppo Väliahoa.

Keuruun Veden suunnitteluinsinööri Heikki Luoma-aho antoi projektin aikana korvaamattomia neuvoja koskien jätevesijärjestelmien teknistä toteutusta. Vesilaitoksen muun henkilökunnan positiivinen asenne sekä avuliaisuus aina apua tarvitessani ovat myös kiitoksen arvoisia.

Itse diplomityön rakennetta, kieltä ja ulkoasua kommentoivat työn ohjaaja professori Tuula Tuhkanen sekä Matti Aalto. Englanninkielisen tiivistelmän logiikkaa ja kieliasua viilasi Kari Lamminpää. Kiitos teille! Joonas Hallinen rikastutti opiskeluaikaani TTY:llä paitsi matemaattis-luonnontieteellisellä tietotaidollaan myös sopivan humoristisella elämänasenteellaan. Kiitos kuluneista vuosista!

Lopuksi haluan vielä kiittää Pihlajaveden saneeraustyön urakoitsijoita Keijo Mäkelää ja Mika Syrjää, jotka omalla osaamisellaan ovat auttaneet ymmärtämään viemäriverkoston saneeraustyön moniulotteisuutta työmaaolosuhteissa.

Haapamäellä 29.5.2013

# SISÄLLYS

1	Johdanto .....	1
2	Viemärisaneerauksen teoriaa .....	2
2.1	Saneerausmenetelmät .....	2
2.1.1	Selvitykset .....	2
2.1.2	Viettoviemärit .....	3
2.1.3	Kaivot .....	5
2.1.4	Hulevedet .....	6
2.2	Puhdistamoiden saneeraustarve ja kyläpuhdistamot .....	7
3	Alueen taustatietoja .....	9
3.1	Yleistä .....	9
3.2	Viemäriverkosto .....	9
3.3	Jätevedenpuhdistamo .....	11
4	Materiaalit ja menetelmät .....	14
5	Saneerauksen ja laajennuksen suunnittelu .....	15
5.1	Vanhan verkoston saneeraus .....	15
5.1.1	Selvitystulokset .....	15
5.1.2	Vaihtoehdot .....	17
5.1.3	Saneeraussuunnitelma .....	19
5.2	Verkoston laajennus .....	21
5.2.1	Linjaus .....	21
5.2.2	Putkien mitoitus .....	24
5.2.3	Pumppaamot .....	26
5.3	Jätevedenpuhdistamon uusiminen .....	27
5.3.1	Ympäristöluvan ja Natura-arvioinnin tarve .....	30
5.4	Kustannusarvio .....	33
6	Johtopäätökset .....	34
	Lähteet .....	37
	Liitteet .....	41

## TERMIT JA NIIDEN MÄÄRITELMÄT

$BOD_7$  = Biochemical oxygen demand, biokemiallinen hapenkulutus

COD = Chemical oxygen demand, kemiallinen hapenkulutus

PP = Polypropeeni (putkimateriaali)

PVC = Polyvinyylikloridi (putkimateriaali)

$q_{mit}$  = mitoitusvirtaama,  $m^3/h$

$q_{max}$  = maksimivirtaama,  $m^3/h$

# 1 JOHDANTO

Suomen väestö keskittyy yhä enemmän suurille kaupunkiseuduille ja keskustaajamiin. Vuoden 2011 lopussa yli 100 000 asukkaan kaupunkeja oli Suomessa jo kahdeksan ja niissä asui kolmannes maamme väestöstä (Suomen Kuntaliitto 2011). Samaan aikaan pienten sivutaajamien 1950–1980-luvuilla rakennetut vesi- ja viemärijärjestelmät tulevat saneerausikään. Näiden alueiden vesihuoltolaitosten kannalta tämä merkitsee kasvavia kustannuksia ja toisaalta pienenevää asiakaskuntaa. Yhdessä tiukentuvien jätevesinormien kanssa nämä tekijät johtavat etsimään kustannustehokkaita ratkaisuja sivukylien ja haja-asutusalueiden jätevesihuoltoon.

Monilla alueilla suurimpia ongelmia aiheuttaa sade- ja sulamisvesien päätyminen jätevesiviemäriin ja sitä kautta jätevedenpuhdistamolle. Kyse voi olla joko huonokuntoisen verkoston vuotovesistä tai varsinaisesta sekaviemäroinnistä. Tällöin pahimmassa tapauksessa puhdistamolle tuleva virtaama ylittää selvästi mitoitusvirtaaman eikä haluttuihin puhdistustuloksiin päästä. Virtaaman vaihtelut näkyvät erityisen nopeasti pienten verkostojen jätevedenpuhdistamoilla.

Jätevesiviemäriin kuulumattomien vesien poistamisella voidaan ratkaisevasti vaikuttaa jätevedenpuhdistamon mitoitukseen ja toimintaan ja sitä kautta käyttö- ja investointikustannuksiin. Vuoto- ja hulevesien alkuperän selvittämiseen ja poistamiseen on olemassa useita menetelmiä. Esimerkiksi savutuskoe on hyvä apuväline kiinteistöjen ränni- ja kuivatusvesien viemäriyhteyksien etsimisessä. Se ei kuitenkaan korvaa varsinaista maastotyötä. Tarkastuskaivojen virtaaman havainnointi eri vuodenaikoina ja sadepäivinä osoittaa usein mahdolliset vuotokohdat ja hulevesiliittymät kaivovälin tarkkuudella.

Perinteisesti saneerauksen yhteydessä sekaviemärointi eriytetään jätevesi- ja hulevesiviemäreiksi. Vuodot poistetaan rakentamalla uudet viemärit tiiviiksi ja korottamalla kaivot tulvavedenpinnan yläpuolelle. Pienialaisissa verkostoissa myös koko viemärointijärjestelmän muuttaminen viettoviemäristä paineviemäriksi voisi oikein toteutettuna olla taloudellisesti kilpailukykyinen vaihtoehto. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli-kin selvittää, millaisilla saneerausratkaisuilla saataisiin toimivuudeltaan sekä rakennus- ja ylläpitokustannuksiltaan tehokkain viemärointijärjestelmä käytännössä haja-asutusalueeksi muuttuneeseen Pihlajaveden taajamaan. Lisähaastetta työlle toivat vanhan verkoston puutteelliset dokumentit.

## **2 VIEMÄRISANEERAUKSEN TEORIAA**

### **2.1 Saneerausmenetelmät**

#### **2.1.1 Selvitykset**

Kustannustehokas viemäriverkoston saneeraus edellyttää riittäviä etukäteisselvityksiä saneerattavan verkoston kunnosta, rakenteista ja rakentamisvaiheessa tehdyistä ratkaisuista. Tarkoilla selvityksillä voidaan paikantaa mahdolliset vauriokohdat ja saneeraustarpeet sekä toisaalta välttää hyväkuntoisen verkoston saneeraamisesta aiheutuvaa turhaa työtä. Kuntoselvitysten perusteeksi on syytä etsiä kaikki olemassa oleva verkostoa koskeva materiaali ja tutustua siihen.

Viemäreiden kuntoselvitysmenetelmiä ovat vuotovesiselvitykset, tv-kuvaukset ja tarkastuskaivojen kuntoselvitykset. Lisäksi voidaan tehdä erilaisia tulvimisvaaran selvityksiä sekä viemäriverkon erityisvarusteiden tarkistuksia. Yleiskuvan viemäriverkon kunnosta saa jätevedenpuhdistamolla seuraamalla puhdistamon tulovirtaamaa. Sateiden ja sulamisvesien aiheuttamat virtaamahuiput kertovat vuotavista viemäreistä. (RIL-124-2-2004: 661-662) Vuotokohtien sijaintia voidaan edelleen yleisellä tasolla tarkentaa seuraamalla paineviemäreiden linjapumppaamoiden virtaamatietoja.

Vuotojen laadusta riippuen voidaan alueittain tehdä havainto-ohjelma, jolla pyritään selvittämään vuotovesien kannalta hankalimmat verkoston osat. Havaintoja tehdään tarpeen mukaan sekä kuivina että märkinä aikoina. Tehokkainta selvitystyö on aamuyöllä, jolloin varsinaisen jäteveden määrä verkostossa on pienimmillään. (RIL-124-2-2004: 662)

Vuotovesilähteiden löytäminen voidaan aloittaa linjan kaivojen silmämääräisellä tarkastelulla. Jo yksi suuri viemärikaivon kannen kautta tapahtuva vuoto voi aiheuttaa koko viemärilinjan tulvimisen (RIL-124-2-2004: 662). Myös suuri tasainen virtaama viestii vuotovesien läsnäolosta etenkin lyhyehköissä haaroissa. Sateen aikana tällä menetelmällä voidaan parhaimmillaan paikallistaa ongelmakohta jopa kaivovälin tarkkuudella.



Yksityiskohtaiseen viemäriverkon tarkistukseen tarvitaan viemäriin laskettavaa videokameraa (RIL-124-2-2004: 662). Kamera voi olla joko itsekulkeva tai työnnettävä. Tehdyt havainnot merkitään muistiin kuvauksen aikana joko suoraan videolle tai muistiinpanoihin. Lisäksi videomateriaali tallennetaan nauhalle tai digitaaliselle medialle jälkitarkastelua varten ja vuotokohdat valokuvataan. TV-kuvauslaitteistoilla voidaan myös luoda putkesta pystyprofiili, jolloin löydetään mahdolliset painaumat. (Seppinen 2010a)

Ennen kuvausta viemäriinja on syytä huuhdella ja puhdistaa huolellisesti. Tällöin saadaan esiin mahdolliset halkeamat ja auenneet saumat. (RIL-124-2-2004: 663) TV-kuvauksen suurin heikkous on sen subjektiivisuus. Kuvausmateriaalin perusteella voi olla hankala arvioida mahdollista vuotovesimäärää, mikäli vuotokohdat näkyvät vain kosteina alueina viemäriin seinämässä. Vuotokohdasta ei myöskään välttämättä tule vetä juuri kuvaushetkellä. (Seppinen 2010a) Videokuvan jälkitarkastelu onkin syytä tehdä tarkasti. Lisäksi on syytä muistaa myös runkoviemäriin ulkopuoliset hule- ja vuotovesien lähteet, kuten mahdolliset kiinteistöjen kuivatusvedet ja tonttijohdot.

Martikainen (2005) on lopputyössään tutkinut savukokeen soveltuvuutta viemäriverkon vuoto- ja hulevesilähteiden etsintään. Kokeessa savua puhalletaan viemäriin, jotta voitaisiin paikantaa mahdollisia vikoja, vuotavia kaivoja ja virheellisiä liitoksia jätevesiviemäriin. Menetelmää voidaan käyttää myös kaivojen etsintään. Savukokeella saadaan tietoa myös vuotavista viemäriputkista, mikäli ne kulkevat riittävän lähellä maan pintaa tai savu muutoin pääsee nousemaan maan pinnalle.

Savukokeen etuna on nopeus. Normaalin työpäivän aikana saadaan tutkittua noin 1,5-2 kilometriä viemäriinjaa. Tulosten tulkinnassa tulee olla huolellinen, sillä menetelmä ei ole aukoton. Savu ei etene paksun maakerroksen eikä veden läpi, joten sen paljastamat viemäriin epäkohdat tulevat esille vain rajallisesti. Savukokeella voidaan kuitenkin täydentää muita menetelmiä, kuten viemäreiden kuvausta. (Martikainen 2005)

### **2.1.2 Viettoviemärit**

Viettoviemäreiden saneeraamiseen on kehitetty useita eri menetelmiä, jotka pohjautuvat kuitenkin muutamaan perusratkaisuun. Mikäli vanhat putket täytyy uusiksi kokonaan, voidaan saneeraus toteuttaa joko auki kaivamalla tai erilaisilla sujutusmenetelmillä. Sujutusta on käytetty tiheään rakennetuilla ja ahtailla alueilla jo pitkään, sillä tällöin vältetään koko putkilinjan auki kaivamiselta (RIL-124-2-2004: 649).

Usein käytettyjä sujutusmenetelmiä ovat muun muassa pitkäsujutus, pätkäsujutus, pakkosujutus, Close-fit-sujutus sekä sukkasujutus (RIL-124-2-2004: 663–665). Pitkäsujutuksessa kaivetaan työkaivanto, jonka kautta saneerattavan putken sisään vedetään tai työnnetään uusi yhtenäiseksi hitsattu putki (KWH Pipe 2011).

Flexoren-menetelmää käytettäessä työkaivantoa ei tarvita, vaan kaivovälin mittaiseksi hitsattu taipuisa putki sujutetaan kaivon kautta. Flexoren-menetelmä soveltuu halkaisijaltaan 150-300 mm putkille. (NRG 2013) Myös pätkäsuutus voidaan toteuttaa suoraan kaivon kautta. Menetelmässä uudet putket työnnetään osissa saneerattavan putken sisään (RIL-124-2-2004: 664) Pätkäsuutus soveltuu etenkin suuremmille linjoille (Suomen Putkisto Palvelu 2012).

Pakkosuutuksella voidaan laajentaa sekä pitkä- että pätkäsuutuksen käyttöaluetta ja asentaa linjaan jopa alkuperäistä suurempi putki. Menetelmä perustuu putkimurssaukseen, joka tekee tilaa perässä tulevalle putkelle. (RIL-124-2-2004: 664)

Close-fit-suutus ja sukka-suutus perustuvat veden- tai ilmanpaineen käyttöön. Close-fit-suutuksessa suutusputken halkaisijaa pienennetään työn ajaksi. Kun putki on paikoillaan, halkaisija palautetaan alkuperäiseen kokoonsa tiukasti vanhan putken seinämiä vasten. Sukka-suutuksessa saneerattavan putken sisään asennetaan hartsilla kyllästetty sukka, joka asetetaan vanhan putken muotoon ja hartsi kovetetaan. Lopuksi sukan päät leikataan auki. (RIL-124-2-2004: 665)

Saneerausmenetelmän valintaan vaikuttavat useat seikat, jotka tulee selvittää maastossa ennen varsinaisen suunnittelun aloittamista. Useimmat näistä liittyvät vanhan viemäriin kuntoon. Saneeraustarve voi aiheutua esimerkiksi vanhassa verkostossa olevista pahoista painumista tai sortumista. Tällöin verkosto on saneerattava ainakin osittain auki kaivamalla (RIL-124-2-2004: 650), sillä suutusmenetelmien käyttö edellyttää eheää putkilinjaa. Kohdat, joissa painuma on vähäistä, voidaan saneerata myös sujuttamalla.

Saneeraustarve voi aiheutua myös siirtymisestä sekaviemäroinnistä erillisviemärointiin. Tällöin sekä auki kaivaminen että suutusmenetelmät ovat mahdollisia, mutta saneerauksen yhteydessä tulee huomioida mahdollinen erillisen sadevesiviemäriin tarve. (RIL-124-2-2004: 650) Toisaalta sujuttamalla saneerattu vanha viettoviemäri voi sijainnista riippuen olla riittävä hulevesiratkaisu, mikäli soveltuva purkupaikka löytyy.

Saneerausmenetelmän valintaan vaikuttavat luonnollisesti myös taloudelliset tekijät sekä toiminta saneerattavan johdon ympäristössä. Ympäröivät tekijät voivat olla määräviä esimerkiksi tapauksissa, joissa koko katu rakenteineen uusitaan. Tällöin on usein samalla mielekästä saneerata viemäri auki kaivamalla. (RIL-124-2-2004: 650) Menetelmää käyttäen päästään eroon mahdollisista painumista tai huonoista kaltevuuksista.

Olosuhteet johdon yläpuolella sekä maaperässä johdon ympärillä ovat useimmiten ne tekijät, jotka ohjaavat saneeraamiseen auki kaivamatta. Maaperä voi olla pehmeää ja siten kaivannot hankalasti hallittavissa. Toisaalta putkilinjan vieressä ei välttämättä ole tarpeeksi tilaa suurten maa-ainesmäärien säilyttämiseen. Putkilinjalla voi myös olla rakennuksia, istutuksia, maisemallisesti merkittäviä puita, päällysteitä tai muita mahdollisuuksien mukaan säästettäviä kohteita. (RIL-124-2-2004: 651)

Saneeraustyön kustannukset riippuvat suuresti työhön käytetystä ajasta. Auki kaivaminen vie usein enemmän aikaa kuin muut saneeraustavat. Tämä näkyy paitsi suurempina työkustannuksina, myös pidempänä ohipumppaustarpeena sekä pidempikestoisina haittoina lähistön asukkaille ja tuotantolaitoksille. (RIL-124-2-2004: 651) Kustannuksia laskiessa on kuitenkin aina huomioitava saneeraustyön jälkeiset ylläpitokustannukset. Saneeraustyö kannattaakin tehdä mahdollisimman laadukkaasti.

### 2.1.3 Kaivot

Myös kaivot voidaan saneerata monella tavoin. Käytettyjä menetelmiä ovat muovikaivon tai tarkastusputken asentaminen vanhan kaivon sisään, pohjarengasta ylempien betonirenkaiden vaihtaminen ja kaivon eristäminen, ruiskubetonointi, vuotokohtien injektointi, routaliikkeen estäminen sekä uuden kaivon valaminen vanhan kaivon sisään. (RIL-124-2-2004: 665–666). Alla keskitytään erityisesti menetelmiin, joilla vanhat betonikaivot voidaan saneerata muovikaivoiksi.

Vanha kaivo voidaan uusia kokonaan kahdella eri tavalla. Joko vanha kaivo puretaan ja tilalle rakennetaan uusi tai korjauskaivo rakennetaan vanhan kaivon sisään. Vanhan kaivon purkaminen edellyttää kaivon ympäristän auki kaivamista. Kaivo voidaan myös purkaa vain osittain, jolloin kaivon pohja ja virtauskouru säilyvät entisellään. (Rakennustieto Oy 2012) Tällöin tulee kuitenkin olla varma vanhojen rakenteiden tiiviyydestä ja kestävyydestä.

Korjauskaivon rakentaminen vanhan kaivon sisään edellyttää kaivon mittojen, liittymien, pohjan muodon, kansiston sekä varusteiden selvittämistä valmiskaivon tekoa varten. Menetelmässä vanhan kaivon yläosa puretaan ja kaivo puhdistetaan. Uusi kaivo asennetaan kiinni pohjavaluun ja tiivistetään huolellisesti. Kaivojen välitila on hyvä täyttää soralla. (Rakennustieto Oy 2012) Korjauskaivot voidaan säätää oikeaan korkeuteen joko hitsausliitosta tai teleskooppirakennetta käyttäen (KWH Pipe 2011).

Korjauskaivon voi rakentaa useimpien vanhan verkoston kaivojen sisään, eikä sen rakentaminen vaadi suuria kaivutöitä tai vuotojen poistoa. Toisaalta vanhan betonikaivon saumoista voi päästä kaivojen välitilaan vettä ja hiekkaa, routaliike voi vahingoittaa kaivoa ja pienistä kaivoista voi tulla huollolle kustannushaitta (Rakennustieto Oy 2012). Kokonaan uuden kaivon rakentamisella voidaan välttyä näiltä ongelmilta.

Betonikaivo voidaan saneerata myös sementtilaastia käyttäen, mikäli kaivon uusimiseen ei haluta ryhtyä. Kaivo puhdistetaan ja kaivon sisäpinnalle ruiskutetaan sementtilaastikerros, jota voidaan tarvittaessa vahvistaa esimerkiksi teräsverkolla. Isommat vuotokohdat on kuitenkin korjattava ennen sementtilaastin ruiskuttamista. Menetelmä ei myöskään poista esimerkiksi routaongelmia. (Rakennustieto Oy 2012)

#### **2.1.4 Hulevedet**

Vesihuoltolain (L 119/2001) mukaan vesihuoltolaitos on vastuussa hulevesien poisjohtamisesta ja käsittelystä toiminta-alueellaan. Laitos on oikeutettu perimään asiakkailtaan maksua tämän palvelun tuottamisesta. Lisäksi hulevesiviemärin toiminta-alueella sijaitsevan kiinteistön on liityttävä hulevesiverkostoon, ellei kunnan ympäristönsuojeluviranomainen ole antanut kiinteistölle erillistä vapautusta. (Vesilaitosyhdistys 2013) Vesihuoltolain uudistamistyö on parhaillaan käynnissä. Uudessa laissa päävastuu hulevesistä on siirtymässä vesihuoltolaitoksilta kunnille (Jormola 2011).

Vanhat viemäriverkostot voivat toimia joko täysin tai osittain sekaviemäreinä, joissa virtaa sekä jäte- että hulevesiä. Vaikka viemäriverkosto olisi alun perin tarkoitettu erillisviemäriksi, voi se käytännön ratkaisujen vuoksi toimia sekaviemärinä. Tällaisia ratkaisuja ovat mm. kiinteistökohtaiset ränni- ja salaojavesien johtamisratkaisut. Osittaisinkin sekaviemärijärjestelmän saneeraaminen erillisviemäroinniksi voi aiheuttaa tarpeen hulevesijärjestelmän rakentamiselle vesien hallitun johtamisen varmistamiseksi.

Jätevesiviemäreiden hulevesistä puhuttaessa on kyse massiivisesta ongelmasta. Esimerkiksi vuosina 1977–1999 Suomen viemäriverkostojen vuoto- ja hulevesien määrän on arvioitu olleen vuositasolla keskimäärin 130 miljoonaa kuutiometriä eli 24 % koko jätevesivirtaamasta (RIL-124-2-2004: 659). Sekaviemärinä toimivan jätevesiviemärin maaperän kuivatusvaikutus voi olla paikallisesti erittäin merkittävä.

Perinteisesti erillisviemäroinnin rakentamisen yhteydessä ratkaisuna on ollut erillisen sadevesiviemärin rakentaminen (RIL-124-2-2004: 651) Hulevesien hallinnassa ollaan kuitenkin enenevässä määrin painottamassa luontaisia menetelmiä pelkkien putkistojen sijaan. Ajatuksena on hidastaa, imeyttää ja viivyttää hulevesiä hajautetuilla ratkaisuilla silloin, kun se on mahdollista. Hyviä pienessä mittakaavassa toteutettavia ratkaisuja ovat muun muassa sadepuutarhat, imeytyspainanteet ja -ojat, viherkatot sekä erilaiset vettä läpäisevät päällysteet. (Seppinen 2010b)

Luonnonmukaisen hallinnan periaate on usein sovellettavissa myös viemärisaneerausten yhteydessä eriytettäviin hulevesiin. Mikäli viemäriverkosto saneerataan kaivamattomilla menetelmillä, voidaan vanha viemäriputki säilyttää omalta osaltaan johtamassa sade- ja hulevesiä pois rakennetuilta alueilta. Tällöin on varmistettava vesien hallittu purkautuminen. Ellei verkostoon ole johdettu merkittäviä määriä pintavaluntavesiä, voi kaivamatta saneeraaminen yhdistettynä luonnonmukaisiin hallintamenetelmiin olla kokonaistaloudellisesti kannattavin vaihtoehto (Seppinen 2010a).

## **2.2 Puhdistamoiden saneeraustarve ja kyläpuhdistamot**

Viemäriverkoston saneeraustarve liittyy usein suoraan jätevedenpuhdistamon toimivuuteen ja sitä kautta puhdistamon saneeraustarpeeseen. Saneeraustoimenpiteisiin tulee ryhtyä esimerkiksi silloin, kun laitosten kapasiteetti ei verkostosta johtuvista syistä riitä (RIL-124-2-2004: 652). Käytännössä vanhojen viemäriverkostojen osalta tämä tarkoittaa hulevesien aiheuttamia virtaamahuippuja. Toisaalta 1960–1970-luvuilla rakennettiin runsaasti yhdyskuntien jätevedenpuhdistamoita, joiden saneeraustarve kasvaa käyttöiän umpeutuessa (RIL-124-2-2004: 649).

Saneeraustarve voi johtua myös kiristyvistä lupaehdoista. Puhdistamoiden puhdistusvaatimukset on määrätty ympäristölupaviranomaisen myöntämässä ympäristöluvassa, jota tarkistetaan määrävälein. Lupaehtojen tarkistuksessa otetaan huomioon muuttuneet olosuhteet, kuten puhdistustekniikan kehittyminen. Huomionarvoista kuitenkin on, että vesihuoltolaitosten omaehtoisella ennakkoivalla saneeraamisella voidaan saavuttaa jopa parempi puhdistustulos kuin lupaehtoja kiristämällä. Nämä omaehtoiset toimet suositellaan otettavaksi huomioon lupaehtoja tarkistettaessa. (Ympäristöministeriö 2012)

Suurten jätevedenpuhdistamoiden saneerausprosessit ovat usean vuoden työn vaativia, monivaiheisia suunnittelu- ja rakennusprojekteja. Tämän työn painopiste on kuitenkin pienten verkostojen ja puhdistamoiden saneeraamisessa. Pieniin verkostoihin ja puhdistamoihin liittyvät ongelmat voivat olla aivan erilaisia kuin suuremmissa yksiköissä. Esimerkiksi vuotovesien suhteellinen vaikutus voi olla hyvin suuri. Tämä aiheuttaa haasteita puhdistamon saneeraamisen suunnittelulle. Pienellä puhdistamolla jo viiden kuution vuotovesivirtaama vuorokaudessa saattaa muodostaa useita kymmeniä prosentteja puhdistamolle tulevasta vuorokausivirtaamasta.

Käyttövalmiina tilattavat pien- eli kyläpuhdistamot tarjoavat mahdollisuuksia pienten sivutaajamien jätevedenpuhdistamoiden saneeraamiseen. Pienpuhdistamot toimivat useimmiten panosperiaatteella. Panostoimisten jätevedenpuhdistamoiden rakenne on pääperiaatteiltaan hyvin samankaltainen kuin tavanomaisissa jätevedenpuhdistamoissa.

Puhdistamoiden tehostettuun esikäsittelyyn kuuluvat esi-ilmastus, välppäys ja hiekanerotus (Raita Environment 2013a). Jätevesien puhdistamiseen käytetään aktiiviliete-prosessia, jonka lisäksi panospuhdistamossa voi olla nitrifikaatio-denitrifikaatio-osaston poistamisen tehostamiseksi. Fosforia poistetaan biologisen puhdistuksen lisäksi saostuskemikaalilla, jonka syöttö on automatisoitu. Prosessissa syntyvä ylijäämäliete toimitetaan edelleen jatkokäsiteltäväksi. (KWH Pipe 2010, Raita Environment 2013b).

Valmiina tilattavien panospuhdistamoiden avulla voidaan tilaajan näkökulmasta sivuuttaa jatkuvatoimisen puhdistamon vaatima varsinainen rakennesuunnittelu tinkimättä puhdistustuloksesta. Kyläpuhdistamoissa puhdistamomallin valinta perustuu suoraan mitoitusvesimäärien laskentaan (Airix Ympäristö Oy 2013). Suurimmat myynissä olevat pienpuhdistamot on mitoitettu 200 henkilölle (Saukkonen 2004). Tämän kokoluokan markkinoilla on Suomessakin useita valmistajia.

Puhdistamot kootaan tehtaalla useimmiten asennus- ja käyttövalmiiksi. Puhdistamo asennetaan maan alle, eikä laitteisto vaadi maaperältä erityisiä ominaisuuksia. Asennuksen yhteydessä puhdistamo ankkuroidaan pohjaveden nostetta vastaan. Maan pinnalle näkyvät vain tuuletusluukut ja mahdollinen huoltokoppi. (KWH Pipe 2010, Raita Environment 2013b)

Toimintavarmuuden parantamiseksi suurimman kokoluokan panospuhdistamot rakennetaan usein monilinjaisiksi kokonaisuuksiksi. Tällöin puhdistamoihin saadaan myös lisää varotilavuutta tasaamaan kuormituksen vaihteluita. Puhdistamopakettiin on liitettävissä etävalvontajärjestelmä, jonka avulla voidaan valvoa ja ohjata puhdistamon toimintaa. Myös tieto mahdollisista vikatilanteista päättyy tällöin välittömästi päivystäjälle. (KWH Pipe 2010, Raita Environment 2013b)

Eri valmistajien kyläpuhdistamoilla tehtyjen seurantojen perusteella oikein mitoitetuilla panospuhdistamoilla päästään erinomaisiin puhdistustuloksiin. Esimerkiksi Oravin jätevedenpuhdistamolla vuonna 2010 puhdistusprosessissa poistui 98 % biologisesta hapenkulutuksesta, 95 % kokonaisfosforista, 42 % kokonaistypestä ja 94 % kiintoaineesta (Raita Environment 2013b). Puhdistamon keskimääräinen tulovirtaama oli 15,5 m<sup>3</sup>/d. Luvut ovat valmistajalta saatuja, mutta peräisin Oravin jätevedenpuhdistamon vuosiyhteenvedosta.

## 3 ALUEEN TAUSTATIEDOT

### 3.1 Yleistä

Pihlajaveden taajama sijaitsee Keski-Suomessa, Keuruun kaupungin luoteisosassa. Pihlajaveden kunta liitettiin Keuruun kuntaan vuonna 1969 (Kaakkomäki 2012). Asukkaita oli parhaimmillaan noin 2400 (Kotimäki 2012), mutta asukasluku on laskenut voimakkaasti. Nykyisin vakituksia asukkaita on noin 500. Pihlajavedellä on runsaasti vapaa-ajan asutusta, mikä nostaa asukaslukua kesäisin huomattavasti. Taajama-alue on hajanainen ja väljästi rakennettu, eikä teollisuutta varsinaisesti ole. (Kaakkomäki 2012)

Taajama-alue sijoittuu osin Pihlaisselän rannalle. Ranta-alueella ei toistaiseksi ole kunnallista viemärointia. Pihlaisselän tila on arvioitu vesistöjen käyttökelpoisuusluokituksessa hyväksi ja sen yläpuolisten vesistöjen tila tyydyttäväksi (K-S ympäristökeskus 2006). Viemäroimättömälle taajama-alueelle sijoittuu myös vedenoton kannalta tärkeä pohjavesialue, jonka vettä jaetaan vesiosuuskunnan omistamalla vesijohtoverkostolla 52 talouteen (Koivuranta 2012a).

### 3.2 Viemäriverkosto

Pihlajaveden noin kilometrin mittaista viemäriverkostoa on rakennettu useaan otteeseen. Verkosto rakennettiin alun perin VR:n toimesta lähinnä ratapihan ja sen ympäristön tarpeisiin (Väliaho 2012). Putkimateriaalina käytettiin betonia, mutta putkia on sittemmin saneerattu muoviksi. Nykyiseen laajuuteensa verkosto laajentui vuoden 1983 jälkeen, jolloin rakennettiin linjan lounaiset osat. Putkena käytettiin pääsin 160 mm PVC-putkea.

Laajempia saneeraustöitä on tehty 1980- ja -90-lukujen taitteessa, jolloin uusittiin puhdistamolta aseman suuntaan vievä viemäri linja (Liite 1). Suunnitelmapapereista ilmenee, että alun perin halkaisijaltaan 300–400 mm betoniputkesta rakennetun linjan sisään sujutettiin 160 mm muoviputki ja osa haaroista tulpattiin (Tikkanen 1989). On tosin huomioitava, että ainakin muutamissa kohdin rakennusvaiheessa on poikettu suunnitelmaan piirretystä eikä työn jälki ole ollut erityisen hyvää.

Saneerausten yhteydessä osaan betonikaivoista on rakennettu muovinen sisäkaivo. Muovikaivot näyttävät pääosin tiiviiltä, sillä välitilaan on monessa kaivossa kertynyt runsaasti vettä. Uusitut kaivot ovat kuitenkin matalia ja välitilan tulvaveden pääseminen kannen välistä viemäriin on mahdollista. Osa linjojen päissä sijaitsevista kaivoista on jätetty saneeraamatta.

Lisäksi on oletettavaa, että vuosikymmeniä vanhassa ja useaan kertaan remontoitussa viemäriinlassa osa kaivoista on hautautunut melko syvällekin maan alle. Myöskään kaikkia piilohaaroja tai muita detaljeja ei luultavasti ole merkitty karttoihin. Pahimmillaan tällaiset vuotavat kaivot tai haarat voivat sijaita ympäröivän vedenpinnan tason alapuolella.

Verkoston kunto on ollut enimmäkseen arvoitus edelliset 20 vuotta. Jätevedenpuhdistamolle on kuitenkin päätynyt erittäin suuria määriä vettä tulvien ja sateiden aikaan. Tämä voi johtua putkien ja liitosten vuotamisesta, kaivojen vuotamisesta tai kiinteistöjen kuivatus- ja hulevesien johtamisesta viemäriin. Luultavasti Pihlajaveden verkoston tapauksessa kyseessä on näiden kaikkien yhdistelmä.

Pihlajavedellä vallitseekin saneerauksista huolimatta tila, jossa erillisviemäröintijärjestelmä toimii käytännössä sekaviemärinä. Erillistä hulevesiviemäriä on vain lyhyitä pätkiä, eivätkä ne varsinaisesti johda mihinkään. Toisaalta kylällä ei myöskään ole laajoja asfaltoituja alueita tai muita kohteita, joilla sadevedestä olisi erityistä haittaa. Lisäksi kylän läpi virtaava avo-oja poistaa sade- ja sulamisvesiä keskusta-alueelta. Hulevesien ohjaaminen jätevedenpuhdistamon prosesseihin ei kuitenkaan ole kestävä toimintamalli.

Kylällä on myös vuonna 1988 rakennettu vesijohto, josta vastaa vesiosuuskunta. Johdon linjauksista on olemassa karttakuva, mutta sen oikeellisuuteen ei täysin voi luottaa. Rakennusvaiheessa tehtyjä, suunnitelmasta poikkeavia ratkaisuja ei ole kaikilta osin merkitty muistiin. Myöskään kaikkien venttiilien sijaintia ei ole merkitty kartalle. Siten mahdollisen viemärin saneerauksen yhteydessä vaaditaan erityistä tarkkaavaisuutta vesijohdon suhteen.



### 3.3 Jätevedenpuhdistamo

Pihlajaveden jätevedenpuhdistamo on rakennettu vuonna 1985 ja se sijaitsee Asemankylällä Paskorimpin laidassa (Liite 1). Ennen puhdistamon rakentamista kylän jätevedet johdettiin avo-ojassa Paskorimppiin. Suunnitteluvaiheessa puhdistamolle asetetut puhdistusvaatimukset on esitetty taulukossa 3.1 ja puhdistamon mitoituserusteet taulukossa 3.2. Puhdistamolle ei ole lupaviranomaisen taholta määritelty numeerisia puhdistusvaatimuksia.

**Taulukko 3.1.** Pihlajaveden jätevedenpuhdistamolle asetetut puhdistustavoitteet (Maa ja Vesi Oy 1984).

<b>BOD<sub>7</sub></b>	
Poistuma vähintään	85 %
Lähtevässä jätevedessä alle	25 mg/l
<b>FOSFORI</b>	
Poistuma vähintään	85 %
Lähtevässä jätevedessä alle	1,5 mg/l

Puhdistusprosessi on kemiallinen, eikä erillistä biologista prosessia esimerkiksi orgaanisen aineen poistoon ole. Fosforin poisto tapahtuu saostuksella, jossa saostavana kemikaalina käytetään PIX 105-ferrisulfaattia. Laitoksella syntyvä ylijäämäliete varastoidaan paikan päällä altaaseen ja kuljetetaan edelleen Keuruun keskustaajaman Jaakonsuon jätevedenpuhdistamolle jatkokäsittelyyn. (Maa ja Vesi Oy 1984)

**Taulukko 3.2.** Pihlajaveden nykyisen jätevedenpuhdistamon mitoituserusteet (Maa ja Vesi Oy 1984).

	1985	2000 (ennuste)
<b>Q kesk. (m<sup>3</sup>/d)</b>	24	30
<b>BOD<sub>7</sub> (kg/d)</b>	9,6	12
<b>Fosfori (kg/d)</b>	0,6	0,75
<b>q mit. (m<sup>3</sup>/h)</b>		3
<b>q max. (m<sup>3</sup>/h)</b>		6

Puhdistamon toimintaa tarkkaillaan Keski-Suomen vesi- ja ympäristöpiirin 9.4.1992 hyväksymän velvoitetarkkailuohjelman mukaisesti. Tulevan ja lähtevän jäteveden näyte otetaan kahdesti vuodessa kahdeksan tunnin virtaamapainotteisena kokoomanäytteenä. Näytteistä analysoidaan pH, sähkönjohtavuus, BOD<sub>7</sub>, kokonaisfosfori, kokonaistyppeä ja kiintoainetta. Puhdistetusta jätevedestä analysoidaan lisäksi liuennut fosfaatti ja ammoniumtyppeä. (K-S vesi- ja ympäristöpiiri 1992)

Lisäksi neljästi vuodessa otetaan neljän tunnin kokoomanäyte puhdistetusta jätevedestä. Näistä näytteistä analysoidaan pH, kokonaisfosfori, liuennut fosfaatti sekä kiintoaine. Puhdistamon hoidon yhteydessä tehtävästä tavanomaisesta käyttötarkkailusta pidetään hoitopäiväkirjaa, jossa mainitaan muun muassa ylijäämälietteen määrä sekä mahdolliset ohjjuoksutukset. (K-S vesi- ja ympäristöpiiri 1992)

Puhdistamo on toiminut vaihtelevalla tehokkuudella. Vuosina 1998–2009 puhdistamolle tulleet virtaamat vaihtelivat vuosikeskiarvoina välillä 7,3–30 m<sup>3</sup>/d (Männistö 2010). Virtaamat ovat voimakkaimmillaan keväällä ja sateisina vuorokausina, mikä kertoo runsaasta vuotovesikuormituksesta. Esimerkiksi 14.4.2004 mitattiin tulovirtaamaksi 147 m<sup>3</sup>/d ja 27.10.2004 133 m<sup>3</sup>/d (Männistö 2005). Virtaama lasketaan pumpun tuoton ja käyntiaikojen perusteella eikä virtaamamittaria ole. Mittarin hankinta olisi suositeltavaa luotettavamman tiedon saamiseksi (Männistö 2005).

Tulokuormitus (BOD<sub>7</sub>) on vuosina 2009–2011 vaihdellut välillä 0,54–2,9 kg/d, mikä vastaa asukasvastinelukuna 7-41 asukkaan kuormitusta (Lammentausta 2012). Puhdistamolle ei ole määritelty numeerisia puhdistustavoitteita, mutta puhdistustuloksia voidaan verrata valtioneuvoston asetuksen (A 888/2006) biologisen käsittelyn vähimmäisvaatimuksiin, jotka ovat:

- BOD<sub>7</sub> 30 mg/l tai 70 %
- COD 125 mg/l tai 75 %
- Kok. P 3 mg/l tai 80 %
- Kiintoaine 35 mg/l tai 90 %

BOD<sub>7</sub>:n osalta vähimmäisvaatimus jäi ajanjaksolla 1998–2009 saavuttamatta vuonna 2005, jolloin puhdistustulos oli 43 mg/l ja 68 %. Milligrammaraja on ylitetty myös vuosina 2003 ja 2006–2007, mutta tällöin puhdistusprosentit olivat vastaavasti 88 % ja 77 %. Fosforin vähimmäisvaatimuksiin ei ylletty 2007, jolloin pitoisuus oli 5,80 mg/l ja puhdistusteho vain 33 %. (Männistö 2010) Puhdistamolle suunnitteluvaiheessa asetetut puhdistusvaatimukset jäivät fosforin osalta saavuttamatta myös vuosina 2001, 2003 ja 2005, vaikka käytössä on juuri fosforin poistoon tarkoitettu puhdistusmenetelmä.

Kiintoaineen poistaminen on ollut Pihlajaveden jätevedenpuhdistamolla tehotonta. Vähimmäisvaatimusten rajat ovat ajanjaksolla 1998–2009 jääneet saavuttamatta vuosina 2001, 2003, 2005 ja 2007. Heikoimmillaan vuonna 2005 puhdistustulos oli 250 mg/l ja 7 %. Prosentuaalisesti 90 % puhdistustulokseen on ylletty vain vuosina 2004 ja 2008. (Männistö 2010)

Vaikka yllä esitetyt vähimmäisvaatimukset on asetettu biologiselle käsittelylle, voidaan niistä selvästi todeta Pihlajaveden jätevedenpuhdistamon toiminnan ongelmat. Esimerkiksi vuonna 2005 vain 68 % kokonaisfosforista, 66 % kokonaistypestä ja 7 % kiintoainesta poistui puhdistusprosessissa (Männistö 2010). Ongelmia aiheuttavat pääasiassa verkoston runsaat vuotovedet, sillä vuotovesiajankohtana selkeyttämöstä pyrkii karkaamaan lietettä polymeerin ( $1 \text{ g/m}^3$ ) annostelemisesta huolimatta. Verkoston kunnostus parantaisi puhdistamon toimintaedellytyksiä. (Männistö 2010)

## 4 MATERIAALIT JA MENETELMÄT

Saneeraussuunnitelman pohja-aineistona on käytetty Keuruun Veden AutoCAD-pohjaista (YTCAD) johtokarttaa. Suunnitelmassa esitetyt johtokartat ovat otteita tästä kartasta. Pihlajaveden taajaman osalta johtokartta perustui ennen vuotta 2010 pääosin vanhojen paperikarttojen digitointiin ja sen tarkkuuteen liittyi suuria epävarmuustekijöitä.

Maastokartoitukset Pihlajaveden verkostotiedon tarkentamiseksi alkoivat kesällä 2010. Tällöin vanhan verkoston viemärikaivoja etsittiin maastosta ja löydettyjen kaivojen koordinaatit mitattiin Trimble Geo XH- GPS-laitteella. Mittaustulokset siirrettiin Keuruun Veden johtokartalle. Vanhojen karttojen epätarkkuuksista johtuen kaikkia kaivoja ei kuitenkaan löydetty, joten kartoituksia jatkettiin lokakuussa 2012 miinaharavaa apuna käyttäen. Löydetty kaivot kaivettiin esiin ja merkittiin nyt punaisilla, ”Viemäri”-tekstillä varustetuilla merkkitolpilla.

Viemäreiden kunnon selvittämiseksi suoritettiin viemärijärjestelmän pesu ja kuvaus. Urakan toteutti Jokilaakson Ympäristöhuolto Oy 5. ja 7.11.2012. Kuvaukseen käytettiin tallentavaa kameraa, mikä mahdollisti tarkemman kuvamateriaaliin tutustumisen vielä myöhemmässä vaiheessa DVD-levyltä. Viemäriverkostolle on lisäksi suoritettu savutuskoe (Martikainen 2005), jonka tuloksia hyödynnettiin vuoto- ja hulevesilähteiden etsinnässä.

Viemärin laajennusten mahdollisia reittilinjauksia ja linjapumppaamoiden paikkoja tutkittiin alustavasti johtokartalta. Loka-marraskuussa 2012 suoritettiin useita maastokäyntejä, joiden aikana havainnoitiin maasto-olosuhteita ja tehtiin muutoksia alustaviin linjauksiin. Tällöin myös keskusteltiin muutamien asukkaiden kanssa ja huomioitiin heidän näkemyksiänsä viemärin sijoittelusta.

Maastokäyntien perusteella viemäriille suunniteltiin kaksi vaihtoehtoista reittiä, joille tehtiin intressivertailu. Vertailussa huomioitiin rakentamiskustannukset, ylläpito ja huolto sekä maanomistajille mahdollisesti aiheutuvat haitat. Valituksi tulleen linjauksen maanomistajiin oltiin yhteydessä prosessin aikana. Suunnitelmaa esiteltiin alueen asukkaille 7.12.2012. Lisäksi järjestetään erillinen info- ja kuulemistilaisuus.

## **5 SANEERAUKSEN JA LAAJENNUKSEN SUUNNITTELU**

### **5.1 Vanhan verkoston saneeraus**

#### **5.1.1 Selvitystulokset**

Martikainen (2005) on tehnyt Pihlajaveden viemäriverkoston alueella savutuskokeita. Kokeissa löytyi kaksi vuotavaa tarkastuskaivoa. Lisäksi yksi kiinteistö oli ohjannut rännivedet jätevesiviemäriin, yksi tarkastuskaivo oli pois paikaltaan ja yhden kiinteistön salaojat oli yhdistetty jätevesiviemäriin. Salaojaliitokset eivät yleensä selviä savutuskokeella, mutta tämä liitos löytyi katsomalla tarkastuskaivoon. Tutkimuksen johdosta ei ole ryhdytty toimenpiteisiin.

Vuosina 2010–2012 suoritetuissa maastoetsinnöissä kaikkia viemäriverkoston tarkastuskaivoja ei löydetty, vaan kolme kaivoa jäi edelleen löytymättä. Näistä yksi oli linjaston saneerauksen kannalta varsin oleellinen neljän linjan risteyskaivo puhdistamon läheisyydessä. Löytymättä jääminen johtui osittain vanhan viemärikartan epätarkkuuksista ja osittain maastossa tapahtuneista muutoksista, kuten uusista rakennelmista, puuston kasvamisesta tai maaperän muokkaamisesta. Muilta osin verkosto saatiin mitattua GPS-laitteella ja tulokset siirrettyä sähköiselle kartalle.

Maastoselvityksissä verkostosta ei löytynyt tiettyä yksittäistä ongelmakohtaa tai vikaa. Kaivoista löytyi joitain liitoksia, joita ei ollut kartalla. Näiden liitosten tarkoitus jäi avoimeksi, mutta niistä virtasi viemäriin melko runsaasti vettä. Tärkeimpänä havaintona voidaankin pitää yleisesti sitä, että verkostossa virrannut vesi oli varsin kirkasta.

Vettä oli myös runsaasti riippumatta tarkastuskaivon sijainnista suhteessa verkostoon. Viemärin latvahaaran kaivossa saattoi olla lähes yhtä suuri virtaama kuin pitkässä päähaarassa. Kahdessa kaivossa, joissa oli vanhan betonikaivon sisään saneerattu muovikaivo, havaittiin selviä vuotovesiongelmia. Veden pinta betonikaivon sisällä oli tulva-aikaan ylittänyt muovikaivon vuotavan kannen korkeuden, jolloin verkostoon oli päätenyt runsaasti tulvavesiä.

Viemäreiden tv-kuvaus suoritettiin 5. ja 7.11.2012. Videot tallennettiin DVD-levylle ja materiaali käytiin läpi kaivoväleittäin. Pääosa verkostosta on muoviputkea, joka on sujutettu vanhan betoniputken sisään. Putkien halkaisija vaihtelee välillä 160-250 mm. Tämän muoviverkosto on lähes kauttaaltaan hyväkuntoista ja ehjää putkea. Myös liitoskohdat ovat hyvin paikoillaan. Pieniä painaumuksia löytyi kaivoväleiltä 7-9 ja 16-17 (Liite 1). Tulosten perusteella voidaan olettaa, että vuotovedet eivät tule näistä verkoston osista.

Kaivojen 1-6 (Liite 1) välillä linja on pahasti notkolla, samoin kuin kaivojen 3 ja 14 välillä. Vähäisempiä notkokohtia on myös useassa kohdassa muualla verkostossa, esimerkiksi tienalitusten kohdalla. Viemäri on kuitenkin toiminut moitteettomasti tästä huolimatta. Tätä ovat edesauttaneet huuhteluvesinä toimivat verkoston runsaat vuotovedet, jotka nyt saneerauksen myötä poistuvat verkostosta. Suunnitellulla uudella paineviemäriellä on kaksi purkupaikkaa vanhan verkoston päissä. Siten paineviemärin aiheuttama virtaama osaltaan kompensoi vuotovesien huuhteluvaikutuksen poistumista.

Kuvauksen yhteydessä myös löytyi kolme uutta kaivoa. Maastossa niitä ei ehditty etsiä ennen lumien tuloa, mutta kaivojen etäisyys kuvauspisteistä on nähtävissä videolta. Kaivojen 5 ja 7 välistä löytyi yksi muovikaivo (kaivo 6), joka vuotaa runsaasti liittokseen. Kaivo sijoittuu kaivoa 7 vastapäätä tien penkalle noin 12 metriä kaivon 5 suuntaan.

Samoin tien varteen sijoittuu vanha betonikaivo kaivovälillä 24-27. Tämän kaivon etäisyys kaivosta 27 on noin 16 metriä. Lisäksi aivan kaivon 24 vierestä löytyi toinen betonikaivo (kaivo 23), joka on yhdistetty kaivoon 24 noin metrin mittaisella yhdysputkella. Tällä kohtaa linja oli katkaistu kaivojen väliin asennetulla T-haaralla siten, että kaivosta 24 oli käytännössä tullut sakokaivo. Ratkaisun syyt jäivät avoimiksi.

Vanhaa, saneeraamatonta betonilinjaa löytyi noin 250 metriä kaivoväleiltä 7-8 ja 20-29. Betonilinjakin oli ikäisekseen varsin hyvässä kunnossa. Saumat olivat eheät eikä juuria ollut tunkeutunut viemäriin kuin muutamassa liittoksessa. Tästä huolimatta suurin osa vuotovesistä vaikuttaa tulevan juuri näistä kahdesta betonilinjasta. Kaivoväliltä 20-22 löytyi myös kaksi selvästi vuotanutta halkeamaa.

### 5.1.2 Vaihtoehdot

Yhtenä esillä olleena vaihtoehtona on ollut koko verkoston muuttaminen paineviemäriksi, jolloin vuotovedet saataisiin täysin pois kuormittamasta jätevedenpuhdistamoa. Paineviemäriin vetäminen olemassa olevien viemärien sisälle olisi helppo ja kustannustehokas saneerausmenetelmä. Alueella ei myöskään ole niin mainittavia korkeuseroja, että pumppaamiselle aiheutuisi erityisiä vaikeuksia esimerkiksi lappoamisesta.

Pumppaaminen tapahtuisi kiinteistöpumppaamoiden avulla ilman linjapumppaamoita. Kiinteistöille olisi varsin helppo rakentaa yhteisiä pumppaamoita, mikä vähentää tarvittavien pumppaamoiden määrän noin kymmeneen. Mikäli verkosto saneerattaisiin paineviemäriksi, ei vanhalle verkostolle tarvitsisi käytännössä tehdä kunnostustoimenpiteitä. Vanhat viemärit jäisivät paikalleen paineviemäriin suojaputkeksi ja hulevesiviemäreiksi. Verkoston hulevedet ohjattaisiin puhdistamolla ohijuoksutuksena läheiselle suolle, eikä erillistä hulevesiratkaisua tarvittaisi.

Myöskään viemäreiden kuvauksessa löytyneet notkokohdat eivät tässä saneeraustavassa olisi ongelma. Nykyinen viemäriverkosto kulkee pääosin upottavalla suomaalla, mikä asettaa oman haasteensa verkoston korkojen oikaisuun perinteisillä saneerausmenetelmillä. Uuden viettoviemäriin pohjaukset jouduttaisiin suunnittelemaan ja rakentamaan normaalia vahvemmiksi.

Paineviemärisaneeraus olisi vesilaitoksen kannalta varsin kustannustehokas menetelmä etenkin, kun vesilaitoksen vastuulle jääviä linjapumppaamoita ei tarvittaisi. Karkeasti arvioituna paineviemäriin sujuttamisen kustannukset olisivat 10 €/m. Kokonaiskustannukseksi muodostuisi näin 10000 €.

Mikäli alueelle rakennettaisiin täysin uusi viemäriverkosto, se toteutettaisiinkin paineviemäriin. Nyt alueella on kuitenkin jo viettoviemäri vanhoine liittymäsopimuksineen. Siten on hyvin todennäköistä, että nykyiseen viettoviemäriin liittyneet kiinteistöt eivät ole halukkaita ottamaan vastuulleen kiinteistöpumppaamoita. Yhtenä ratkaisuna olisi jonkinlainen kompensatio pumppaamon aiheuttamista kustannuksista. Vesilaitos voisi esimerkiksi tarjoutua maksamaan pumppaamoiden hankintakustannukset sekä tehdä edullisen huoltosopimuksen kiinteistöjen kanssa.

Keskimääräinen kiinteistöpumppaamo maksaa noin 3000 €, joten tässä mallissa pumpaamoista tulisi vesilaitokselle noin 30000 €:n lisäkulu. Myös pumppaamojen huollosta aiheutuisi lisäkustannuksia. Suurimpana kynnyksenä tämän mallin käyttöönotolle voi nähdä oletettavasti pitkällisen neuvotteluprosessin, joka voisi pahimmillaan lykätä hankkeen toteutumista. Lisäksi Keuruun Vedellä on jo nykyisin 75 huollettavaa pumppaamoa, joten resurssien käyttäminen kiinteistöpumppaamoiden huoltoon ei ole järkevää pitkällä tähtäimellä.

Perinteisempi saneerausvaihtoehto on viettoviemäriverkoston kunnostaminen. Saneerausta voidaan tehdä sujuttamalla tai auki kaivamalla. Tämän vaihtoehdon suunnittelu- ja rakennuskustannukset luultavasti nousevat paineviemärisaneerausta korkeammaksi, sillä vanhan verkoston rakenteisiin ja kuntoon täytyy kiinnittää enemmän huomiota ja saneeraus on työläämpää. Toisaalta tällöin voidaan myös hyödyntää vanhan verkoston toimivia rakenteita ja kohdistaa saneeraustoimenpiteet ongelmakohtiin.

Viemärikuvauksen tulosten perusteella verkosto jouduttaisiin saneeraamaan kaivoväleittäin eritellyn suunnitelman pohjalta. Verkosto on pääosin hyväkuntoista muoviputkea, joka ei itsessään vuoda. Monin paikoin ongelmia aiheuttavat kuitenkin notkokohdat, joita uusittavaan verkostoon ei yleensä ole tarkoituksenmukaista jättää. Nämä kohdat jouduttaisiin saneeraamaan auki kaivamalla, vaikka putkiston laatu muutoin onkin erinomainen. On kuitenkin huomattava, että verkoston laajennuksen yhteydessä rakennettava paineviemärointi huuhtelisi vanhaakin verkostoa tehokkaasti.

Vanhan verkoston kaivot on pääosin saneerattu muovikaivoiksi betonikaivojen sisälle, mutta niissäkin on kunnostusta vaativia ongelmia esimerkiksi tulvavesien kanssa. Osa muovikaivoista jouduttaisiin vaihtamaan kokonaan uusiin sisäkaivoihin. Lisäksi muutamaan kaivoon täytyisi tehdä korotusosia, kannen vaihtoja ja muita tavanomaisia korjaustoimenpiteitä. Myös verkostosta saneerauksen myötä poistuvien hulevesien kohtaloa tulisi miettiä saneeraussuunnitelman yhteydessä.

Karkeasti yleistäen saneerauksen kustannukset olisivat verkoston osalta noin 50 € saneerattavalta metriltä. Lisäkustannuksia tulee jonkin verran kaivojen kunnostamisesta sekä mahdollisesta hulevesiviemäroinnin rakentamisesta. Viettoviemärin kunnostaminen on asukkaiden näkökulmasta helpompi saneerausmalli, sillä sen myötä verkostoon jo kuuluvien kiinteistöjen vastuulle ei tule uusia laitteita tai velvoitteita. Saneerausmenetelmä ei aiheuta lisätyötä erillisten neuvottelujen tai kompensatioiden muodossa.



Myös kahden yllä esitellyn vaihtoehdon erilaiset yhdistelmät ovat mahdollisia. Esimerkiksi osalle kiinteistöjen viettoviemäreistä on pahasti notkolla. Käytännössä ne toimivat vain vuotovesien huuhteluvaikutuksen vuoksi. Näiden linjojen osalta muuttaminen paineviemäriksi voisi olla perusteltu ratkaisu. Tämä kuitenkin aiheuttaisi luultavasti samankaltaisia ongelmia kuin laajemmassakin paineviemärisaneerauksessa.

### 5.1.3 Saneeraussuunnitelma

Verkosto suunnitellaan saneerattavaksi viettoviemärinä. Paineviemäritoteutuksen suurimmaksi kompastuskiveksi nousi kiinteistöpumppaamoiden hankinnan, käytön ja huollon toteutusmalli alueella, jolla vanhastaan on viettoviemäriverkosto. Riskiä saneerauksen viivästyttämisestä kiinteistökohtaisten neuvottelujen vuoksi ei myöskään haluttu ottaa. Toisaalta selvityksissä kävi ilmi, että vanha viettoviemäri on varsin hyväkuntoinen. Tämä vähentää tarvittavien saneeraustoimenpiteiden määrää ja siten alentaa kustannuksia merkittävästi.

Erillistä hulevesiratkaisua ei saneerauksen yhteydessä tarvita. Viemäriin johdetut ränni- ja mahdolliset salaojavedet voidaan kiinteistöjen toimenpitein helposti johtaa avo-ojiin. Tämä toteutetaan mahdollisuuksien mukaan saneerauksen yhteydessä, mutta viimeistään ennen uuden jätevedenpuhdistamon käyttöönottoa. Asfaltoitua pintaa Pihlajaveden kylällä on niukasti ja maastonmuodot edesauttavat veden valumista kylää ympäröiviin ojiin.

Kaivolla 20 voidaan harkita erillistä hulevesien purkuputkea viereiselle alangolle (Liite 1). Saneerattava betoniviemäri jää paikoilleen, joten muovi- ja betoniputken välitilassa virtaa jatkossakin maaperän vesiä. Ilman toimenpiteitä vedet kertyvät kaivolle 20. Tämä ei sinänsä aiheuta ongelmia tiiviiksi saneerattavassa viemärissä tai yläpuolisilla alueilla, mutta tulevaisuutta ajatellen hulevesiratkaisun toteuttaminen voisi olla kannattavaa.

Verkon vaihtelevan laadun vuoksi saneeraus täytyy toteuttaa kaivoväleittäin eri saneeraustapoja hyödyntäen. Liitteessä 1 on esitetty saneerattava verkosto ja kaivot numeroituina. Numerointiin perustuen on taulukossa 5.1 eritelty tarvittavat saneeraustoimenpiteet. Uusimistyöt on merkitty punaisella ja saneeraus- tai korjaustyöt vihreällä värillä. Keltainen tarkoittaa toimenpidettä, josta ei aiheudu suoria kustannuksia vesilaitokselle. Liitteessä 2 on esimerkki suunnitelman pohjalta luodusta kaivokortista kaivojen tilausta varten.

Runkoverkoston saneerauksen yhteydessä myös kiinteistöjen talojohtojen kunto tarkastetaan. Urakoitsijalla on mahdollisuus toteuttaa työt runkoverkoston saneerauksen yhteydessä, jolloin saavutetaan synergia- ja kustannushyötyjä. Vuotavia tai puutteellisia osia tonttijohdoissa ei tulla hyväksymään enää uuden puhdistamon käyttöönoton jälkeen. Tarvittaessa vesihuoltolain (L 119/2001) 4 luvun 18 § antaa mahdollisuuden perä korotettua jätevesimaksua jäteveden poikkeuksellisen laadun tai määrän vuoksi.

**Taulukko 5.1. Verkoston saneeraussuunnitelma kaivoväleittäin.**

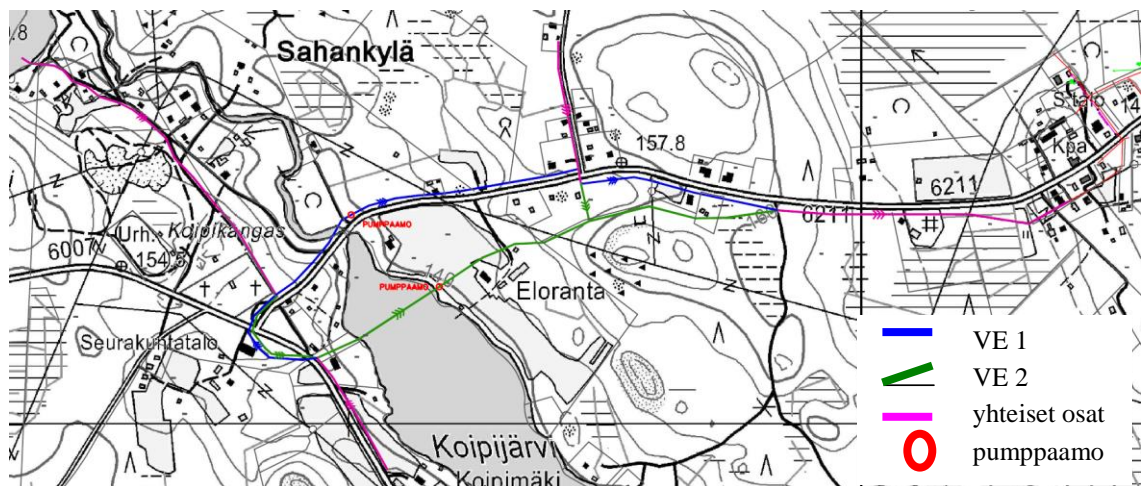
Kaivo	Kaivovälin toimenpiteet	Kaivo	Kaivojen toimenpiteet
1 2 3 5	250 PVC pehmeässä maaperässä notkolla ja vain 1m syvyydessä. Rakennetaan vanhan linjan viereen uusi 160 PP käyttäen arinapeltiä ja mursketäyttöä. Linjan rakennussuunnitelma on osana suunnitel-makuvaa karttaliitteessä työn lopussa.	2 3 5 6	Vaihdetaan muovikaivot 1, 2, 3, 5 ja 6 linjan uusimisen yhteydessä 400 mm kaivoiksi, syvyys 1,5-2 m. Kaivojen korot ovat rakennussuunnitelmassa (karttaliite työn lopussa).
3 6		4 7	Vaihdetaan muovikaivo 7, 400 mm, syvyys 1,5 m
7	225 hyväkuntoinen betoni, jossa vuotovesiä. Pätkäsuutus (2m) 160 PVC. Viemä-rissä porras ennen kaivoa 7.	8	Puretaan betonikaivo 8, tilalle 400mm muovikaivo, syvyys n. 1,5-2 m.
7	Muoviputkessa painauma 12 m kaivolta 7. Ei toimenpidettä. Tiiviste pois paikoiltaan metri alas kaivolta 9. Tiiviste korjattava.	9	Rivitalon rännikaivo yhdistetty viemäriin kaivolla 9. Rännivedet johdettava esi-merkiksi ojaan viemärin viereen.
9 10 11		10 11 12	
12		13	Tarkastetaan peräkkäisten kaivojen 12 ja 13 soveltuvuus paineviemärin purku-kaivoksi.
3	160 PVC alkupäästään notkolla. Oikais-taan n. 20 m matkalta kaivon 3 uusimisen yhteydessä.	14	
14 15		15 16	
16	Muoviputkessa pieni painauma 17 m kai-volta 16. Ei toimenpiteitä.	17	
16		18	Talon rännikaivo yhdistetty viemäriin. Rännivedet johdettava esimerkiksi ojaan viemärin viereen.
15		19	Kaivo 19 on uuden paineviemärin pur-kukaivo.
19		20	Harkitaan saneerausvaiheessa erillistä purkuputkea hulevesien johtamiseksi kaivon 20 ympäriltä.
20	225 yhden kiinteistön viemäroiva betoni, pätkäsuutus (2m) 110 PVC.	21	Kaivo 21 on kiinteistön sakokaivo, josta viedään putket läpi.
20 22 23 24 25 24 27 28	250 betoni, jossa vuotovesiä ja ainakin kaksi selvää vuotokohtaa kaivovälillä 20-22. Ei juuria tai huonoja liitoksia. Pät-käsuutus (2m) 160 PVC. Tulpataan kaivo-jen 24 ja 25 välinen linja.	22 23 24 25 26 27 28 29	Uusitaan kaivamalla betonikaivot 22, 24, 27, 28 ja 29 400 mm muovikaivoiksi, syvyys n. 2 m. Poistetaan T-haara kai-vojen 23 ja 24 välistä ja puretaan beto-nikaivo 23. Kaivot 25–26 poistetaan käytöstä. Kaivoväliltä 24–27 löytyi kuva-tessa betonikaivo tien varrelta. Sujute-taan putket läpi kaivoa saneeraamatta, jos mahdollista.

## 5.2 Verkoston laajennus

Pihlajaveden viemäriverkoston saneerauksen yhteydessä verkostoa laajennetaan kattamaan alueita Sahankylältä sekä Pihlaiselän rannalta. Toiminta-alueella sijaitseville kiinteistöille tarjotaan mahdollisuus liittyä viemäriverkostoon kohtuullisin kustannuksin. Vesihuoltolain (L 119/2001) 10 §:n mukaista liittymisvelvoitetta voidaan tarvittaessa soveltaa uudella toiminta-alueella. Verkoston laajennus toteutetaan paineviemärinä ja rakennettavan runkoverkoston pituus on noin 4600 metriä.

### 5.2.1 Linjaus

Uuden paineviemärin läntiselle osalle on kuvan 5.1 mukaisesti suunniteltu kaksi vaihtoehtoa. Asemankylän pohjoispuoliselle linjaukselle on vain yksi reitti, joka seuraa olemassa olevaa vesijohtolinjaa. Tämän linjan pituus on noin 1400 metriä ja se on esitetty karttaliitteessä työn lopussa rakentamissuunnitelman yhteydessä. Myös Asemankylän ja Koipikankaan välisen siirtoviemärin sekä Koipikankaan viemäriverkoston osalta vaihtoehdot kulkevat osin samaa reittiä. Vaihtoehdot, niiden suurimmat erot ja vertailu on esitelty alla.



**Kuva 5.1.** Läntisen paineviemärin linjausvaihtoehdot. Kuvan oikeassa reunassa näkyy olemassa olevaa viettoviemäriverkostoa.

Vaihtoehdossa 1 (Kuva 5.1) Asemankylän ja Koipikankaan välinen siirtoviemäri seuraa koko matkaltaan Hollikankaantietä (nro 6211) kulkien kuitenkin tiealueen ulkopuolella sekä tietä reunustavien katuvalo- ja sähkölinjojen metsän puolella. Erämaakirkontien risteyksessä on tienalitus, jonka jälkeen viemäri jatkuu edelleen länteen tien pohjoispuolella. Syynä tähän ratkaisuun on tien eteläpuolinen kallio, jonka louhiminen olisi sähkö- ja valaisinpylväiden sekä asutuksen vuoksi haastavaa (Kuva 5.2). Kalliota on luultavasti myös tien pohjoispuolella, mutta louhimiseen on siellä enemmän tilaa. Louhintamatka on arviolta 50 metriä. Toisaalta pohjoispuolella saatetaan selvittää pengertämällä kokonaan ilman louhintaa.





**Kuva 5.2.** Sähkö- ja valaisinpylväät sekä kalliokumpare Hollikankaantien eteläpuolella.

Koipijärven luusuan kohdalla viemäri kulkee hieman kauempana tiestä kiertäen kiinteistölle johtavan tieliittymän kaiteellisen pengerryksen. Jokivarsi on kauttaaltaan hyvin soistunutta (Kuva 5.3), mutta uoma on melko kapea ja rakentaminen suoritettavissa tavanomaisilla kaivuvälineillä. Tien eteläpuolella uoma levenee Koipijärveksi ja viemärin rakentaminen vaatisi erityisvälineistöä, kuten pitkäpuomista kaivinkonetta. Linjauksen loppumatka Koipikankaan hautausmaan kulmaan asti on hiekkaharjua.



**Kuva 5.3.** Jokivarsi Koipijärven luusuassa on soistunutta. Linjausvaihtoehto 1 ylittää joen kuvan osoittamasta kohdasta.

Vaihtoehdon 2 linjaus seuraa olemassa olevan vesijohdon reittiä kulkien metsien halki Hollikankaantien eteläpuolella. Vesijohto ei ole Keuruun Veden hallinnassa, vaan sitä hallinnoi vesiosuuskunta. Vesijohtoa rakennettaessa on suoritettu louhintaa tilan Eloranta pohjoispuolella olevan kalliomäen kohdalla. Oletettavasti paineviemäri ei kaikilta osin mahdu samaan kaivantoon ilman lisätoimenpiteitä, mikä lisää toteutusvaiheen kustannuksia. Vaihtoehdossa 2 viemäriä upotetaan Koipijärveen noin 170 metrin matkalta. Linjaus kulkee myös aivan Koipijärven länsirannalla sijaitsevan Pihlajaveden vedenotamorakennuksen nurkalta.

Yhteisiltä osiltaan linjaukset ovat varsin selkeät. Koipikankaantien (nro 6007) ja Hollikankaantien risteysalueella linjaukset noudattelevat olemassa olevan vesijohdon reittiä. Hollikankaantien ja Koipikankaantien tienalituksiin on haettu lupa Keski-Suomen ELY-keskuksesta. Linjauksen mutkittelua risteysalueella selittää lähinnä kiinteistöjen ja teiden väliin jätettävä suojapuusto.

Kummallakaan linjausvaihtoehdolla ei ole merkittäviä vaikutuksia luontoarvoihin. Linjausten reitille ei sijoitu muinaismuistolain mukaisia kohteita, Natura- tai luonnonsuojelualueita, uhanalaisten tai erityisesti suojeltavien lajien esiintymispaikkoja tai muita erityisesti huomioitavia luontokohteita. Reiteille sijoittuu lähinnä tienvarsien nuoria talousmetsiä, vesaikkoja sekä vanhaa peltoa. Myöskään vaikutukset maisemaan eivät ole merkittäviä.

Kaadettava puusto on pääosin nuorta kasvatusmetsää. Vanhat puut on mahdollisuuksien mukaan huomioitu linjauksia suunniteltaessa. Lähinnä Koipikankaan hautausmaalta luoteeseen kulkevan tien varresta sekä VE 1:n toteutuessa Hollikankaantien varresta joudutaan kaatamaan joitain suurempia puita. Maisemavaikutuksia vähentää myös linjausten sijoittuminen teiden varsille tai olemassa olevan vesijohdon rinnalle. Vaihtoehtojen hyviä ja huonoja puolia on vertailtu taulukossa 5.2.

**Taulukko 5.2.** Linjausvaihtoehtojen vertailu.

Osa-alue	VE 1	VE 2	Selitys
Rakentamiskustannukset	+	-	VE 1 tien varressa
Ylläpito ja huolto	+	-	VE 1 tien varressa
Vaikutukset luontoarvoihin	+	+	Molemmat ok
Vaikutukset maisemaan	+	+	Molemmat ok
Maanomistusolot	+	+	Molemmat toteutettavissa

Rakennuskustannuksiltaan vaihtoehdot ovat samankaltaiset. Molemmat vaihtoehdot sisältävät vähäisissä määrin louhintavarausta sekä yhden vesistöналituksen. Tienalituksen määrässä ei ole eroa. Vaihtoehdon 1 rakentaminen on jonkin verran vaihtoehtoa 2 helpompaa, sillä linjaus sijaitsee koko matkaltaan tien varressa. Tämä vaikuttaa mm. maansiirtokustannuksiin. Huoltotöiden kannalta vaihtoehto 1 on helpon saavutettavuutensa vuoksi selvästi käytännöllisempi.

Toteutettavaksi viemäriinjaukseksi valittiin vaihtoehto 1, joka todettiin sekä rakentamis- että ylläpitokustannuksiltaan vaihtoehtoa 2 tehokkaammaksi. Valitun linjauksen toteuttamisesta sovittiin maanomistajien kanssa sen mukaisesti, mitä maankäyttö ja rakennuslain (L 132/1999) 161 §:ssä säädetään. Käytetty sopimus pohja on liitteenä 3 ja lopullinen rakentamissuunnitelma lopun karttaliitteessä.

Nyt suunnitellun linjauksen lisäksi varataan mahdollisuus verkoston laajentamiseen edelleen pohjoiseen Köminjärven suuntaan sekä länteen Pihlaisselän ranta-asutuksen tarpeisiin. Näiden laajennusten rakentamisesta päätetään erikseen liittyjämäärien tarkentuessa. Pihlaisselän suunnan verkoston toteuttaminen vaatii erityistoimenpiteitä, sillä asutus sijaitsee korkealla rantakallioiden laella.

### 5.2.2 Putkien mitoitus

Uuden paineviemärin mitoituksessa on huomioitu nykyisen asukaskunnan lisäksi osayleiskaavassa esitetyt ja toiminta-alueella sijaitsevat rakentamattomat tontit. Teorias- sa paineviemäriverkosto tulisi mitoittaa vesijohtoputkien tavoin (RIL-124-2-2004: 470). Pihlajaveden hajanaisen ja harvaan asutun alueen erityispiirteet sekä pieni koko huomioiden teoreettinen mitoitus ei kuitenkaan sovellu käytäntöön parhaalla mahdollisella tavalla. Tässä suunnitelmassa paineviemärien mitoitus on tehty Keuruun Veden aikaisempaan kokemukseen perustuen ja vastaaviin verkostokokonaisuuksiin peilaten.

Puhdistamatonta asumisjätevettä varten tarkoitetun paineviemärin suositellaan olevan halkaisijaltaan vähintään 100mm (RIL-124-2-2004: 470). Käytännössä nykyiset repijäl- lä varustetut pumppaamot muuttavat jäteveden tasalaatuiseksi massaksi, jolloin myös pienemmät putkikoot tulevat kysymykseen. Paineviemärin mitoituksessa tärkein mää- räävä tekijä on virtausnopeus mitoitusvirtaaman pumppaustilanteessa (RIL 237-2-2010: 57).

Osoitetaan ensin lyhyellä laskelmalla, että Pihlajaveden tapauksessa veden ominaiskäyt- töä ei ole järkevää käyttää mitoituksen lähtöarvona. Alla mitoittettavan putken vaikutus- piirissä on noin 70 henkilöä, joten ominaiskulutuksella 150 l/as\*d keskivirtaamaksi saa- daan 10,5 m<sup>3</sup>/d eli 0,12 l/s. Huipputuntikulutus saadaan kaavasta

$$Q_{hmax} = C_{hmax} * c_{dmax} * Q_{dkeskim} \text{ (RIL 237-2-2010: 25)} \quad (1)$$

$$Q_{hmax} = \text{huipputuntikäyttö, l/s}$$

$$C_{hmax} = \text{huipputuntikerroin} = 2 \text{ (RIL 237-2-2010: 23)}$$

$$c_{dmax} = \text{maksimivuorokausikerroin} = 3 \text{ (RIL 237-2-2010: 23)}$$

$$Q_{dkeskim} = \text{keskimääräinen vedenkäyttö vuorokaudessa, l/s}$$

Huipputuntikulutukseksi näillä arvoilla saadaan noin 0,72 l/s. Jos oletetaan virtausnopeudeksi 0,7 m/s, tulee tarvittavan putken sisähalkaisijaksi 36 mm. Näin pientä putkea ei ole mielekästä käyttää siirtoviemärinä painehäviön kasvamisen vuoksi. Käytännössä kyseeseen tulevat putkikoot ovat ulkohalkaisijaltaan 63 mm, 75 mm ja 90 mm.

Pihlajavedellä on tarkoitus käyttää vain yhtä linjapumppaamoa, joten käytännössä mitoitus voidaan aloittaa pumppaamon pumppausmatkan ja geodeettisen nostokorkeuden määrittämisellä. Valittu verkostolinjaus purkupisteineen ja kohdassa 5.2.3 määritelty pumppaamon paikka on esitetty lopun karttaliitteessä.

Etäisyys valitulta pumppaamon paikalta purkupisteeseen on noin 1400 metriä. Geodeettinen nostokorkeus ( $h_{\text{geod}}$ ) tällä välillä on 25 metriä. Virtausnopeus mitoitusvirtaaman pumppaustilanteessa ei saa johdon itsepuhdistuskyvyn vuoksi olla alempi kuin 0,7 m/s (RIL 237-2-2010: 58), mutta toisaalta kovin suuri virtausnopeus nostaa painehäviötä. Geodeettinen nostokorkeus on melko suuri, joten painehäviön pitämiseksi pienenä valitaan halutuksi virtausnopeudeksi alaraja 0,7 m/s.

Halutun virtausnopeuden ja putkien sisähalkaisijoiden perusteella voidaan suorittaa laskelmat virtaamista erikokoisilla putkilla. Ulkohalkaisijaltaan 63 mm, 75 mm ja 90 mm putkia vastaavat virtaamat nopeudella 0,7 m/s voidaan helposti laskea ja ovat 1,7 l/s, 2,4 l/s ja 3,0 l/s. Näiden lukujen avulla voidaan vertailla putkikokojen sopivuutta. Geodeettisen nostokorkeuden lisäksi laskelmissa on huomioitu virtauksen aiheuttama painehäviö, joka saadaan Colebrookin kaavasta. Liitteessä 4 esitetyissä laskelmissa karkeuskertoimen arvona on käytetty  $k = 0.25$  mm.

Kuten laskelmista voidaan havaita, kaikki putkikoot olisivat periaatteessa soveltuvia siirtoputkeksi. Suuren geodeettisen nostokorkeuden vuoksi painehäviö putkessa pyritään kuitenkin minimoimaan, mikä sulkee halkaisijaltaan 63 mm putken tarkastelun ulkopuolelle.

Halkaisijaltaan 75 mm ja 90 mm putkien painehäviöillä on eroa alle kaksi metriä ja niiden yhteydessä voidaankin käyttää samaa pumppua. Kuitenkin 1400 metriä 90 mm putkea maksaa listahintana noin 10000 €, kun taas sama matka 75 mm putkea noin 6900 € (Uponor 2010). Ylisuuren putken asentaminen ei siten ole kannattavaa ja putkikooksi valikoituu 75 mm.

Koipikangas-Asemankylä-siirtolinjan lisäksi mitoitettavaa runkolinjaa on Asemankylän pohjoispuolella noin 2 kilometriä sekä Koipikankaalla noin kilometri. Asutus näillä alueilla on selvästi harvempaa eikä linjapumppaamoita rakenneta. Linjat on mitoitettu ylämainittuja periaatteita noudattaen ja putkikooksi on valittu 63 mm.

### 5.2.3 Pumppaamot

Verkosto on laajennuksen jälkeenkin melko pieni. Paineviemäriä rakennetaan yhteensä 4620 metriä kauimmaisten kiinteistöjen sijaitessa kahden kilometrin etäisyydellä paine-  
viemäriin purkupisteestä ja 2,5 kilometrin etäisyydellä jätevedenpuhdistamosta. Kiinteis-  
töille asennettavat kiinteistöpumppaamot ovat näin ollen riittävä ratkaisu koko linjan  
tarpeisiin lukuun ottamatta siirtoviemäriä Koipikankaalta Asemankylälle. Tälle linjalle  
tulee sijoittaa linjapumppaamo riittävän paineen takaamiseksi.

Pumppaamolle sopivia paikkoja on useita. Näistä parhaaksi valikoitui sijainti Hollikan-  
kaantien varressa Koipijärven laskujoen koillispuolella (erillinen liite). Paikka on alava,  
mutta kuitenkin selvästi tulvahuippujenkin pinnankorkeuden yläpuolella. Asfalttitien  
varteen sijoitetun pumppaamon huoltaminen on helppoa eikä pumppaamosta aiheudu  
esteettistä, melu- tai muutakaan haittaa kiinteistöjen omistajille. Paikka ei myöskään  
sijaitse kiinteistöjen välittömässä läheisyydessä, mikä edesauttaa hajuhaittojen mini-  
moinnissa.

Kohdalla on valmis tieliittymä tieltä 6211. Tätä liittymää voidaan käyttää hyväksi  
pumppaamon rakennus- ja huoltotöissä, jolloin vältetään uusien liittymien rakentamisel-  
tä päätiestön yhteyteen. Pumppaamo sijaitsee myös pohjavesialueen ulkopuolella mah-  
dollisimman kaukana Pihlajaveden vedenottamosta. Muut mahdolliset sijainnit olisivat  
pohjavesialueella.

Pumppaamon mitoituksessa tulee huomioida tarvittava nostokorkeus, pumpun tuotto,  
säiliön tilavuus sekä käyntiajat. Toimintavarmuuden parantamiseksi pumppaamoon  
asennetaan kaksi identtistä pumppua. Liitteen 4 laskelmista saadaan tarvittavaksi nos-  
tokorkeudeksi 41,16 m ja tuotoksi 2,4 l/s. Sopiva pumppu on esimerkiksi Flygt Robot  
RS 2210BH- repijäpumppu (Liite 5). Pumpun teho on 4 kW ja maksiminostokorkeus  
virtaamalla 2,4 l/s noin 46 m.

Kuten kohdissa 5.2.2 Putkien mitoitus ja 5.3 Jätevedenpuhdistamon uusiminen havai-  
taan, teoreettinen mitoitus ei useasti päde Pihlajaveden verkoston kaltaisissa pienissä  
verkostokohteissa. Myös pumpun säiliön tilavuus ja käyntiajat voitaisiin mitoittaa teo-  
reettisten laskelmien pohjalta. Pumppujen ei tulisi joutua käynnistymään enempää kuin  
4-6 kertaa tunnissa ja imualtaan tulisi olla noin 3,5-4 kertaa pumppujen tuotto minuutis-  
sa (RIL-124-2-2004). Näin laskien imualtaan kooksi tulisi noin 0,5 m<sup>3</sup>.



Yllä oletetaan imuallas muusta pumppaamotilasta eristetyksi ja pumppaamo erilliseksi rakennukseksi. Pihlajaveden linjapumppaamo on kuitenkin pienehkö ja se toteutetaan uppoasenteisin pumpuin yksisäiliöisenä pumppaamona. Tällöin määräävin tekijä on riittävä pumppujen asennus- ja huoltotila. Sopivana säiliön halkaisijana voidaan pitää 1,5 metriä. Käynnistysrajat asetetaan erillisen pinnanmittauksen mukaan. Halkaisijaltaan 1,5 metrisessä lieriön muotoisessa säiliössä 0,5 kuutiometrin tilavuuslisäys tarkoittaisi 28 cm pinnannousua.

### **5.3 Jätevedenpuhdistamon uusiminen**

Vanhan jätevedenpuhdistamon epävarman toiminnan vuoksi puhdistamo on syytä uusida. Saneerauksen yhteydessä ainakin pääosa vuotovesistä poistuu verkostosta, joten puhdistamo voidaan mitoittaa toiminta-alueen todellisen asukasluvun ja sen kehitysarvion mukaisesti. Tämä parantaa oleellisesti mahdollisuuksia kustannuksiltaan ja puhdistusteholtaan optimaaliseen jätevesien puhdistamiseen.

Nykyisen puhdistamon mitoitusarvot on kerrottu kappaleessa 3.3. Jätevedenpuhdistamo. Uudella toiminta-alueella asuu nykyisin 155 henkilöä (Laaksonen 2012). Asukasluvun kehityksen arvioidaan puhdistamon käyttöaikana olevan loivasti laskeva. Osayleiskavassa toiminta-alueelle on varattu rakennuspaikat 10 uudelle omakotitalolle. Lisäksi toiminta-alueella on seurakuntakeskus sekä pieni kyläkoulu. Näin laskien jäteveden uuden toiminta-alueen mitoitusasukasmääräksi saadaan maksimissaan 200 henkilöä.

Puhdistamon mitoituksessa on huomioitu mahdollinen toiminta-alueen laajennustarve Pihlaisselän ranta-asutuksen tarpeisiin. Jätevedenpuhdistamolta vaadittavaa kapasiteettia nostavaa teollisuutta alueella ei ole eikä sellaisen sijoittuminen alueelle ole todennäköistä. Edellä mainittujen pohjatietojen avulla on laadittu uuden jätevedenpuhdistamon teoreettiset mitoitusperusteet. Taulukossa 5.3 on esitetty sekä nämä mitoitusperusteet että niiden pohjana olevat tunnusluvut. Vertailun vuoksi on esitetty myös nykyisen puhdistamon mitoitusperusteet.

Keskimääräinen virtaama  $Q_{\text{kesk}}$  on laskettu kaavasta

$$Q_{\text{kesk}} = Q_{\text{as}} + Q_{\text{v}} = \text{asukasluku} * \text{ominaiskäyttö} + 0,2 \text{ l/s} * \text{km} * \text{s} * 3,6 * 24 \quad (2)$$

$Q_{\text{as}}$  = asutusjätevesien keskimääräinen virtaama,  $\text{m}^3/\text{d}$

$Q_{\text{v}}$  = hule- ja vuotovesien keskimääräinen virtaama,  $\text{m}^3/\text{d}$

$s$  = viettoviemäriverkoston pituus = 1,0 km

Mitoitusvirtaama puolestaan on laskettu kaavasta

$$q_{\text{mit}} = k_{\text{mit}} * (Q_{\text{as}}/T_{\text{as}} + Q_{\text{v}}/24) \quad (\text{RIL-124-2-2004: 496}) \quad (3)$$

$q_{\text{mit}}$  = mitoitusvirtaama,  $\text{m}^3/\text{h}$

$k_{\text{mit}}$  = vuorokausivaihtelun mitoituserroin = 1,1 (RIL-124-2-2004: 496)

$T_{\text{as}}$  = niiden tuntien lukumäärä, joiden aikana jätevesikuormitus tulee = 10  
(RIL-124-2-2004: 496)

Mitoitusvirtaamaksi  $q_{\text{mit}}$  saadaan kaavalla (3)  $4 \text{ m}^3/\text{h}$ . Puhdistamo on mitoitettava siten, että se toimii vielä kohtuullisesti virtaaman ollessa kaksinkertainen mitoitusvirtaamaan nähden (RIL-124-2-2004: 497). Siten puhdistamon maksimivirtaamaksi tulee  $8 \text{ m}^3/\text{h}$ .

**Taulukko 5.3.** Pihlajaveden uuden jätevedenpuhdistamon teoreettiset mitoituserusteet.

Tunnusluvut (RIL-124-2-2004: 494)		Uudet mitoituserusteet		Vanhat mitoituserusteet
Ominaiskäyttö	$0,15 \text{ m}^3/\text{as} * \text{d}$	Asukasluku	200 hlö	
BOD <sub>7</sub>	$70 \text{ g/as} * \text{d}$	$Q_{\text{kesk}}$	$47 \text{ m}^3/\text{d}$	$30 \text{ m}^3/\text{d}$
Fosfori	$3 \text{ g/as} * \text{d}$	BOD <sub>7</sub>	$14 \text{ kg/d}$	$12 \text{ kg/d}$
Kiintoaine	$100 \text{ g/as} * \text{d}$	Fosfori	$0,6 \text{ kg/d}$	$0,75 \text{ kg/d}$
Typpi	$12 \text{ g/as} * \text{d}$	Kiintoaine	$20 \text{ kg/d}$	

Mitoituksen kannalta ongelmaksi muodostuu, että kuormitus tuskin tulee nousemaan edes lähelle teoreettisia mitoituserusteita. Parhaiten tämä on todettavissa nykytilanteesta, jossa puhdistamo on mitoitettu  $10\text{--}12 \text{ kg/d}$  BOD<sub>7</sub>-kuormalle (kohta 3.3 Jätevedenpuhdistamo). Kuitenkin tuleva BOD<sub>7</sub>-kuormitus on ollut enimmillään  $2,9 \text{ kg/d}$  eli vain noin  $25\text{--}30 \%$  mitoituksen mukaisesta kuormituksesta. Tuleva fosforikuormitus on ollut enimmillään  $0,27 \text{ kg/d}$  eli alle  $50 \%$  mitoituserustasta. Vuosina 1998–2009 kuormitus on ollut kymmenenä vuonna alle  $0,1 \text{ kg/d}$  eli alle  $20 \%$  mitoitetusta (Männistö 2010).

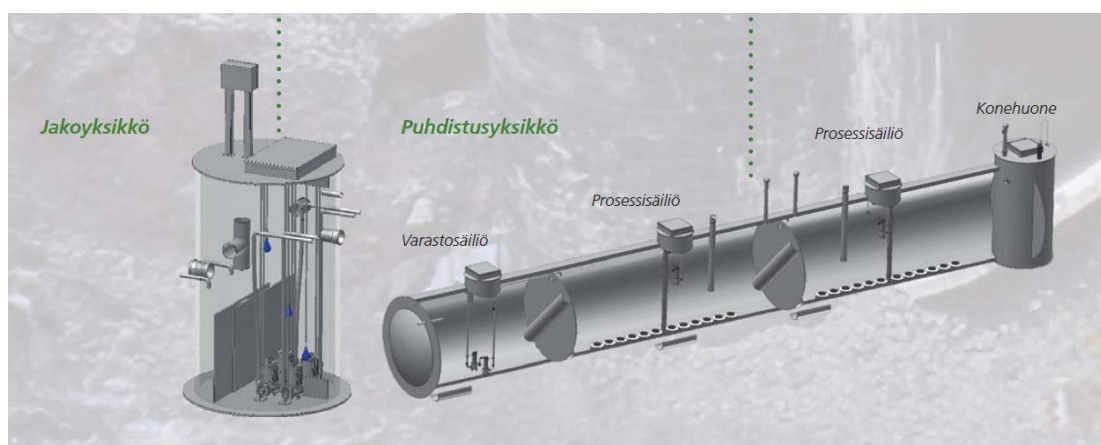
Lisäksi on huomioitava, että arvio alueen väestömäärän kehityksestä on pikemminkin laskeva kuin nouseva. Siten 200 henkilön mitoituserustetta on pidettävä lähinnä varautumisena mahdollisiin seuraavien 30 vuoden aikana tapahtuviin verkoston laajennuksiin tai yllättäviin väestörakenteen muutoksiin. Tällaisia ei ole näköpiirissä lähitulevaisuudessa.

Edelleen on syytä todeta, että saneerattava verkosto on varsin pieni ja vuoto- ja hulevedet siten poistettavissa käytännössä kokonaan. Teoreettisen mitoituksen  $47 \text{ m}^3/\text{d}$  keskivirtaamasta vuoto- ja hulevesien osuus on silti noin  $17 \text{ m}^3/\text{d}$ . Nykyisin Pihlajaveden vesiosuuskunta myy vettä 52 talouteen keskimäärin  $12\text{--}13 \text{ m}^3/\text{d}$  huippujen noustessa  $20 \text{ m}^3/\text{d}$  tasolle (Koivuranta 2012b). Vaikka nyt viemäroitävällä alueella on myös kaivovettä hyödyntäviä talouksia, on keskivirtaaman nouseminen yli  $30 \text{ m}^3/\text{d}$  lukemiin epätoennäköistä.

Teoreettisissa mitoitusperusteissa esimerkiksi  $\text{BOD}_7$ -kuorman arvioidaan kasvavan nykyisestä mitoituksesta noin 15 % arvosta  $12 \text{ kg/d}$  arvoon  $14 \text{ kg/d}$ . Nykytilanteeseen verrattuna tällainen 15 % nousu nykyisestä  $\text{BOD}_7$ -kuormituksesta nostaisi kuormituksen suurimmillaankin vain lukemaan  $3,5 \text{ kg/d}$ . Jotta asukasvastinelukua 100 vastaava  $\text{BOD}_7$ -kuorma ( $7 \text{ kg/d}$ ) ylittyisi, kuormitus saisi nousta nykyisestä jopa 141 %.

Tämän mittakaavan puhdistamot kannattaa tilata panospuhdistamoina. Mikäli puhdistamosta rakennetaan todelliseen kuormaan nähden ylisuuri, puhdistamon kerralla käsittelemä panos voi jäädä liian pieneksi. Tämä voi johtaa heikentyneisiin puhdistustuloksiin. Pihlajaveden puhdistamon todellisena mitoitusvirtaamana voidaankin pitää  $30 \text{ m}^3/\text{d}$ , mikäli puhdistamolle varataan esimerkiksi  $5\text{--}10 \text{ m}^3$  varastointikapasiteettia. Varastosäiliö voidaan varustaa pienellä sekoittimella ja pumpulla, jolloin sen avulla voidaan tarvittaessa tasata puhdistamon tulovirtaamaa.

Soveltuva puhdistamo on esimerkiksi KWH Pipen Wehoputs 200 – kyläpuhdistamo. Puhdistamon rakenne on esitetty kuvassa 5.4. Puhdistusprosessi on biologis-kemiallinen. Puhdistamon rakenteet asennetaan maanpinnan alapuolelle ja ankkuroidaan pohjaveden nostetta vastaan. Lisäksi puhdistamolla on GSM-pohjainen etävalvontajärjestelmä mahdollisia vikatilanteita varten. Ylijäämäliete kuljetetaan käsiteltäväksi kunnalliselle jätevedenpuhdistamolle. (KWH Pipe 2012)



**Kuva 5.4.** Wehoputs-jätevedenpuhdistamon rakenne (KWH Pipe 2012).

### 5.3.1 Ympäristöluvan ja Natura-arvioinnin tarve

Jätevedenpuhdistamoiden rakentaminen on ympäristöluvan alaista toimintaa. Myös vanhan toiminnan olennainen muuttaminen vaatii lupamuutoksen. Ympäristönsuojelulain (L 86/2000) 28 § toteaa: *”Luvan saaneen toiminnan päästöjä tai niiden vaikutuksia lisäävään tai muuhun olennaiseen toiminnan muuttamiseen on oltava lupa. Lupaa ei kuitenkaan tarvita, jos muutos ei lisää ympäristöön kohdistuvia vaikutuksia tai riskejä eikä lupaa toiminnan muutoksen vuoksi ole tarpeen tarkistaa.”*

Uuden puhdistamon teoreettinen mitoitus on hyvin samankaltainen vanhan mitoituksen kanssa. Suurin ero on keskivirtaamassa, joka kasvaa 30 kuutiosta 47 kuutioon päivässä. Käytännössä verkoston saneeraus tulee kuitenkin pienentämään virtaamia, sillä vuotavan verkoston vuoksi vanhan puhdistamon virtaama on suurimmillaan ollut jopa viisinkertainen keskivirtaamaan nähden. Teoreettinen BOD<sub>7</sub>-tulokuorma tulee kasvamaan noin 2 kg/d eli noin 15 %. Fosforikuorma säilyy ennallaan ja mitoitusvirtaama nousee kolmesta kuutiosta neljään kuutioon tunnissa.

Ottaen huomioon yllä mainitut seikat, uuden mitoituksen mukaisen jätevedenpuhdistamon rakentaminen ei aiheuta ympäristönsuojelulain 28 §:ssä mainittua päästöjen tai niiden vaikutusten tai riskien lisääntymistä. Puhdistustulokset tulevat parantumaan nykyisestä virtaamahuippujen madaltumisen ja uusittavan puhdistusprosessin myötä.

Pihlajaveden nykyisellä jätevedenpuhdistamolla ei kuitenkaan ole varsinaista ympäristölupaa, vaan laitos on rakennettu vanhan lainsäädännön mukaisen ilmoitusmenettelyn pohjalta. Siten sovellettavaksi lainsäädännöksi tässä tapauksessa tulee ympäristönsuojelulain 28 §:n mukaisesti valtioneuvoston asetus ympäristönsuojeluasetuksen muuttamisesta (A 1792/2009) 1 §, jossa todetaan:

*”Seuraavilla ympäristönsuojelulain [\(86/2000\) 28 §:n](#) 1 momentissa ja 2 momentin 4 kohdassa tarkoitetuilla toiminnoilla on oltava ympäristölupa:*

...

*13) jätevesien käsittely ja jätehuolto:*

*a) puhdistamo, joka on tarkoitettu asukasvastineluvultaan vähintään 100 henkilön jätevesien käsittelemiseen, tai vähintään 100 henkilön asumisjätevesien johtaminen muualle kuin yleiseen viemäriin;”*

Pihlajaveden olemassa oleva jätevedenpuhdistamo tarvitsisi siten nykyisen lainsäädännön mukaisesti ympäristöluvan, mikäli tarkastellaan sen teoreettista mitoitus- ja ympäristökuormitusta. Myös uuden teoreettisen mitoituksen mukaiseksi saneerattavalle laitokselle tulisi hakea lupa. Koska saneerattava puhdistamo on rakennettu ennen nykyistä lainsäädäntöä ja sille on ilmoitusmenettelyllä haettu lainvoimainen asema, tilanne on monimutkaisempi. Tällä hetkellä vallitsee siis ”laillinen luvaton tila.”

Tämän ”laillisen luvattoman tilan” jatkaminen tulee kysymykseen, mikäli ympäristönsuojeluasetuksen 1 §:n määrittelemä 100 henkilön kuormitusraja ei rikkoudu. Ottaen huomioon mitä yllä on todettu teoreettisen ja todellisen tulokuormituksen eroista sekä Pihlajaveden kylän tulevasta kehityksestä, ei Pihlajaveden jätevedenpuhdistamon saneeraamiselle tässä vaiheessa ole tarpeen hakea ympäristölupaa. Tilanteen kehittymistä tullaan seuraamaan ja tarvittaessa hakemaan toiminnalle ympäristölupa.

Ympäristönsuojelulain 5 §:n mukaan toiminnanharjoittajan on kuitenkin oltava riittävästi selvillä toimintansa ympäristövaikutuksista, ympäristöriskeistä ja haitallisten vaikutusten vähentämismahdollisuuksista. Talousjätevesien käsittelystä annetun asetuksen (A 209/2011) vaatimukset on esitetty alla. Asetusta sovelletaan sellaiseen talousjäteveden käsittelyyn, joka ei tarvitse ympäristölupaa. Reduktiovaatimukset ovat:

BOD <sub>7</sub>	> 80 %
Fosfori	> 70 %
Typpi	> 30 %

Valittu puhdistamo täyttää asetuksen reduktiovaatimukset selvästi. Purolassa sijaitsevan samanlaisen puhdistamon puhdistustuloksia on tutkittu valmistajan aloitteesta. Kolmen mittauksen keskiarvona lasketut puhdistustulokset olivat BOD<sub>7</sub> 98 %, kokonaisfosfori 96 %, kokonaistyyppi 52 % ja kiintoaine 96 %. (Karnela 2012)

Taulukossa 5.4 on verrattu nykyisen ja uuden puhdistamon ympäristökuormituksia näillä puhdistustuloksilla. Kun otetaan huomioon edellä mainitut seikat puhdistamon kuormituksesta, leikkaantuu ympäristön BOD<sub>7</sub>-kuorma vähintään tasolle 50–100 kg/a ja fosforikuorma tasolle 5–9 kg/a. Samoin myös typpi- ja kiintoainepäästöt pienenevät merkittävästi teoreettisesta. Tämä on myös kohdassa 5.3 Jätevedenpuhdistamo selvitetyn mukaisesti realistisempi arvio ympäristöön päätyvästä kuormituksesta lähitulevaisuudessa.

**Taulukko 5.4.** Vanhan ja uuden jätevedenpuhdistamon ympäristökuormitus.

	BOD <sub>7</sub> (kg/a)	Fosfori (kg/a)	Typpi (kg/a)
<b>Vanha puhdistamo, keskim. (Männistö 2010)</b>	240	9	110
<b>Uusi puhdistamo, teoreettinen max.</b>	102	9	420
<b>Uusi puhdistamo, tarkistettu</b>	50-100	5-9	100-300

Päästöjen ympäristövaikutukset tulevat olemaan vähäisiä ja muutos nykytilanteeseen tyypeä lukuun ottamatta positiivinen. Jätevesien purkupaikka ei sijaitse vesistössä, vaan rämeen laidassa. Purkupisteestä vedet virtaavat vanhassa kaivetussa suo-ojassa noin 750 metrin matkan ennen päätymistään vesistöön. Näkyvät vaikutukset rajoittuvat suo-ojaan ja sen välittömään läheisyyteen suon jätevedenpuhdistamon puoleiseen päähän. Päästöjä voidaan verrata esimerkiksi Keuruun Jaakonsuon keskuspuhdistamon vesistöpäästöihin, jotka vuosina 2000–2005 ovat olleet seuraavat (Itä-Suomen ympäristölupavirasto 2007):

BOD <sub>7</sub>	6570 kg/a
Fosfori	803 kg/a
Typpi	29200 kg/a

Näihin kuormituslukuihin on päästy reduktioilla, jotka vastaavat suuruusluokaltaan Pihlajaveden uuden puhdistamon ilmoitettuja reduktioprosentteja. Jaakonsuon jätevedenpuhdistamo on luonnollisesti huomattavasti Pihlajaveden puhdistamoa suurempi laitos, mutta kokonaiskuormituksen vertailu sekä vertailu nykyisen puhdistamon kuormituslukuihin osoittavat Pihlajaveden uuden puhdistamon ympäristökuormituksen vähäisyyden.

Puhdistamo purkaa vetensä Paskorimppiin laskevalle suolle. Paskorimppi on suojeltu luonnonsuojelulain nojalla osana Pihlajavesi ja yläjuoksun pienvedet (FI0900123, SCI ja SPA) – Natura-aluetta. Etäisyys puhdistamon purkupuutkesta Natura-alueen etelälaitaan on noin 750 metriä. Paskorimpin ja puhdistamon välinen alue on pääosin luonnon-tilaisen kaltaista rämettä. Ojia on lähinnä Paskorimpin puoleisella reunalla, mutta myös suon läpi virtaa yksi oja.

Pihlajaveden ja sen yläpuolisten alueiden vedet ovat luonnostaan vahvasti humuspitoisia polyhumoosisia vesiä (K-S ympäristökeskus 2008). Ennen vuotta 1985 Pihlajaveden taajaman jätevesiä laskettiin suoraan ojaan, joka virtaa Paskorimppiin. Myös nykyisen puhdistamon purkuvedet kulkeutuvat samaa reittiä. Yllä esiteltynä mitoitus ja puhdistustehokkuuteen liittyviin seikkoihin nojaten todetaan, ettei erillistä Natura-arviointia tarvita puhdistamon saneerauksen yhteydessä. Paskorimppiin päätyvä jätevesikuormitus tulee verkoston ja puhdistamon saneerauksen myötä pienentymään nykyisestä. Pihlaisselän ranta-asutuksen saaminen kunnallisen viemäriverkoston piiriin tulee lisäksi parantamaan Natura-alueen tilaa.

## 5.4 Kustannusarvio

Kustannusarvion laadinnassa ja toteutuksessa pyrittiin yksinkertaiseen ja tehokkaaseen toteutukseen, joka ei liiaksi sitoisi suunnittelijan resursseja. Arvio on luotu Excel- taulukkolaskentaohjelmalla ja esitetty liitteessä 6. Arvio on tehty linjakohtaisesti, mutta tässä työssä ei ole mielekäästä esittää erillisinä kuin saneeraus- ja laajennuskokonaisuudet. Jätevedenpuhdistamo on siten liitteessä osoitettu osaksi laajennuksen kustannuksia. Osakokonaisuuksista koostuvan mallin etuna on, että suunnitelmien mahdollisesti muuttuessa kustannusarvio on helppo päivittää vastaamaan uutta tilannetta.

Kustannusarviossa on eritelty sekä materiaalien ja työn että laajennuksen ja saneerauksen kustannukset. Materiaalikustannukset sisältävät kaikki rakentamiseen liittyvät materiaalit. Työkustannuksiin kuuluvat hakkuu- ja raivaustyöt, kaivutyöt, tienalitukset ja louhinta. Kustannusarvio on tehty yksikköhintoihin perustuen ja yleiskustannus on huomioitu yksikköhinnoissa. Arvio ei sisällä kiinteistöjen vastuulla olevia hankintoja, kuten kiinteistöpumppaamoita.

Verkoston laajennuksen kustannukset on laskettu Keuruun Veden nykyisillä materiaalien hankintahinnoilla. Verkoston saneerauksen kustannukset on arvioitu saneeraussuunnitelmassa ehdotettujen toimenpiteiden mukaisesti. Työn kustannusten arvioinnissa käytetyt yksikköhinnat ovat Keuruun Veden saneeraustyömailla toteutuneita kustannuksia.

Hankkeen arvonlisäverollisiksi kokonaiskustannuksiksi arvioidaan 362 688 euroa. Tämä jakautuu 154 021 euron tarvikekustannuksiin (42,5 % kokonaiskustannuksista) ja 208 667 euron työkustannuksiin (57,5 %). Hankkeen kokonaiskustannuksista verkoston laajentamisen osuus on 189 336 euroa (52,2 %), jätevedenpuhdistamon osuus 136 400 euroa (37,6 %) ja verkoston saneerauksen osuus 36 952 euroa (10,2 %).

Paineviemärin rakentamisen kokonaiskustannus on 41 euroa metriä kohden. Vietto- viemäriverkoston saneeraaminen tämän suunnitelman pohjalta maksaa 37 euroa verkostometriltä. Kilometrin mittaisesta verkostosta tarvitsee saneerata kuitenkin vain 460 metriä, joten todellisen saneerausmetrin kustannus on 80,30 euroa. Näistä luvuista voidaan havaita tarkan, kaivovälikohtaisen saneeraussuunnittelun hyödyt verkostosaneerausten yhteydessä.

## 6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Työn aikana puutteellisten lähtötietojen aiheuttamat vaikeudet tulivat selkeästi ilmi. Rakennettavat putkilinjat on tarkoitettu kestämaan vuosikymmeniä ennen seuraavaa saneeraamista, mikä osaltaan korostaa rakennusvaiheessa kerätyn objektiivisen tiedon tärkeyttä. Vesi- ja viemärielinjojen rakennustyössä olisi ensiarvoisen tärkeää dokumentoida tarkasti putkien, venttiileiden ja muiden laitteiden lopullinen sijainti sekä liittämistöissä tehdyt ratkaisut.

Dokumentointi voidaan toteuttaa ottamalla työmaalta kattavasti digikuvia, jolloin esimerkiksi vesi- ja viemärijohdon keskinäinen sijainti on jälkikäteen helposti todettavissa. Dokumentoinnin tulisi olla systemaattista ja kiinteä osa rakennustyön suoritusta. Kuvaaminen olisikin hyvä sisällyttää urakoitsijan tehtäviin. Riittävästä dokumentaatiosta on hyötyä myös urakoitsijalle mahdollisten vikatilanteiden tai epäiltyjen rakennusvirheiden yhteydessä.

Toinen haaste liittyi Pihlajaveden verkoston mitoittamiseen. Viemäriverkostoja voidaan mitoittaa teoreettisten laskelmien pohjalta. Tällainen lähestymistapa ei kuitenkaan tässä työssä tehtyjen esimerkkilaskelmien mukaisesti näyttäisi soveltuvan pienille ja harvaanasutuille alueille. Teoreettisen mitoituksen sijaan Pihlajavedellä päädyttiinkin paljon käyttämään kokemuseräistä tietoa toimivasta mitoituksesta. Tehtyjen mitoitus- teoreettista toimivuutta matemaattisesti tarkasteltaessa usein päädyttiin arvoihin, jotka eivät kirjallisuudessa ole suositeltuja.

Harvaanasutuilla alueilla on kuitenkin tehtävä kompromisseja esimerkiksi paineviemäreiden putkikokoja mitoittaessa. Mitoitusvirtaaman avulla laskettaessa putkikoko jää usein niin pieneksi, ettei sellaisen rakentaminen painehäviön ja muiden teknisten seikkojen vuoksi ole järkevää. Samoihin ongelmiin törmättiin myös muun muassa linjapumppaamoa mitoittaessa.

Kenties suunnitelman haastavin ja eniten epävarmuustekijöitä sisältävä osuus oli jätevedenpuhdistamon mitoittaminen sekä sen ympäristövaikutusten arviointi. Teoreettisen ja toteutuneen virtaaman ja kuormituksen ero on Pihlajaveden puhdistamolla ollut alusta alkaen suuri. Tämän eron kehittymisen ja siten todellisen toteutuvan virtaaman arviointiin uudella puhdistamolla ei ollut yksiselitteistä työkalua.



Panostoiminen jätevedenpuhdistamo tulisi kuitenkin mitoittaa siten, että panos tulisi mahdollisimman täyteen. Toisaalta liian pienen puhdistamon valinta johtaa ongelmiin esimerkiksi mahdollisten virtaamahuippujen aikaan. Näin tarkka mitoittaminen vaatisi melko tarkkaa tietoa virtaamien vaihteluista. Pihlajaveden puhdistamolla tämä ongelma ratkaistiin mitoittamalla puhdistamo hieman teoreettista mitoitus- ja pienemmäksi ja asentamalla puhdistamon eteen varastosäiliö.

Pienten jätevedenpuhdistamoiden saneerauksesta tai panostoimisten kyläpuhdistamojen käytöstä kunnallisina puhdistamoina ei ole tarjolla kunnollista kirjallisuutta. Saneerauksen käytännön ongelmista, mitoituksen suunnittelusta ja uuden puhdistamon käyttöönottoon liittyvistä seikoista tehty opas selkeyttäisi suunnitteluprosessia. Vastaavia oppaita on tehty esimerkiksi kiinteistökohtaisista jätevesijärjestelmistä.

Työssä käytetty viemäreiden rakennussuunnitelmien esitystapa poikkeaa osittain yleisestä käytännöstä. Esimerkiksi rakennettavan uuden viettoviemärin osalta ei ole tehty erillistä pituusleikkausta, vaan kaivojen korkeusasemat, viettoviemärin kaltevuus ja arinapellin käyttö on esitetty karttakuvassa. Tällä pyritään yksinkertaistamaan rakentamisen aikaista suunnitelman tulkintaa.

Rakennettava viettoviemäri on pituudeltaan vain noin 160 metriä ja sijoittuu tasaiselle ja alavalle maalle. Siten mahdollisesta pituusleikkauksesta ei tässä tapauksessa saataisi lisäinformaatiota kartalla esittämiseen nähden. Rakentamisvaiheessa esimerkiksi korot ovat helposti mitattavissa laserilla myös käytetyn esitystavan pohjalta.

Mitä enemmän informaatiota saadaan esitettyä yhdellä paperilla, sitä pienempi on sekaannusten riski työmaalla. Urakoitsijalle toimitettuun paksuun paperinippuun hukkuu helposti tärkeääkin informaatiota. Työmaalla oleellista ei ole paperien määrä, vaan niiden selkeys ja huomionarvoisten seikkojen esilletuonti. Tämä näkökulma korostuu pienillä paikkakunnilla, joilla urakoitsijan perusosaaminen on usein etukäteen tilaajan tiedossa. Tässä työssä asia on huomioitu panostamalla kartan värikykyyn sekä merkintöjen yksinkertaisuuteen.

Etenkin pienien ja keskikokoisten saneeraus- ja laajennusurakoiden kustannusarvioiden laadinnassa tavallinen taulukkolaskentaohjelma on osoittautunut erinomaiseksi työkaluksi. Myös tässä työssä sen edut olivat selvät. Kenties tärkein ominaisuus on taulukkolaskentaohjelman löytyminen lähes jokaiselta työpisteeltä. Siten arviota voidaan muokata ja tarkastella ilman erillisiä ohjelmia lähes missä tahansa.

Toinen tärkeä ja helppokäyttöinen ominaisuus liittyy projektikokonaisuuden kustannusten hallintaan. Viemäri- ja vesijohtoverkostojen monimutkaisuus kasvaa nopeasti projektien laajentuessa. Tällöin on tärkeää kyetä jakamaan verkosto osakokonaisuuksiin ja erittelemään eri linjojen rakennus- tai saneerauskustannukset. Usein suunnitelman tilaajan taholta esitetään muutoksia suunnitelman laajuuteen suunnittelun edetessä. Näiden muutosten siirtäminen kustannusarvioon on yksinkertaista, kun linjat ovat valmiiksi eriteltyinä.

Itse kustannusarviossa tulee voimakkaasti esiin tarkan saneeraussuunnittelun tarpeellisuus kohteilla, joiden kuntotiedot ovat puutteelliset. Riittävillä etukäteisselvityksillä voidaan saavuttaa huomattavia säästöjä saneerauskustannuksissa. Tässä suunnitelmassa todellisen saneerausmetrin ja verkostopituutta kohden lasketun saneerausmetrin välinen kustannusero on 43,30 euroa. Kilometrin mittaisella viemäriosuudella tämä tarkoittaa 43 300 euron kustannussäästöä koko viemärin saneeraukseen nähden.

Joillain kohteilla vanhan viettoviemärinä rakennetun verkoston saneeraaminen paineviemäriksi voi olla kustannussyistä perusteltua. Tarkalla saneeraussuunnittelulla voidaan kuitenkin merkittävästi pienentää paineviemäroinniksi muuttamisen ja vanhan viettoviemärin saneeraamisen välistä hintaeroa. Asiakaskunnan kannalta viemärointitavan muutokseen täytyisi myös olla vahvat perusteet.

Suoran vertailun tekeminen on toki vaikeaa, sillä eri saneerausmenetelmien kustannukset vaihtelevat merkittävästi. Sujuttamalla voidaan päästä huomattavasti alempiin metrihintoihin kuin auki kaivamalla. Joka tapauksessa tarkoilla selvityksillä saatiin etukäteisoletusten vastainen tieto siitä, että vanha verkosto ei yli puolelta koko pituudestaan vaadi lainkaan kunnostustoimenpiteitä.

Suunnitelman mukainen laajennus- ja saneeraustyö toteutetaan talvityönä ja sen on tarkoitus valmistua kevään 2014 aikana. Suunnitelman toteutumista ja saneerausmenetelmien toimivuutta tullaan seuraamaan Keuruun Veden toimesta. Työmaalla esiin tuleviin ja suunnitelman tiedoista poikkeaviin seikkoihin kiinnitetään huomiota välittömästi. Suunnitelmaa täydennetään tai korjataan näiltä osin maastokatselmusten jälkeen. Työn-aikaisella reagoinnilla saavutetaan synergia- ja kustannushyötyjä verrattuna jälkikäteen tehtäviin korjaustoimenpiteisiin.

## LÄHTEET

A 209/2011. Valtioneuvoston asetus talousjätevesien käsittelystä vesihuoltolaitosten viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla. [www]. Saatavilla <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2011/20110209> [viitattu 11.3.2013]

A 888/2006. Valtioneuvoston asetus yhdyskuntajätevesistä [www]. Saatavilla <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2006/20060888?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=888%2F2006> [viitattu 12.3.2013]

A 1792/2009. Valtioneuvoston asetus ympäristönsuojeluasetuksen muuttamisesta [www]. Saatavilla <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20091792> [viitattu 2.11.2012]

Airix Ympäristö Oy 2013. Jätevedenkäsittely haja-asutusalueella. Länsirannikko puhdistaa jätevesiä- hankkeen opas [pdf]. Saatavilla [http://www.kristiinankaupunki.fi/medialibrary/data/e24454\\_opas\\_lopullinen-%7Boiirs-vnn3j-q6hge%7D.pdf](http://www.kristiinankaupunki.fi/medialibrary/data/e24454_opas_lopullinen-%7Boiirs-vnn3j-q6hge%7D.pdf) [viitattu 12.3.2013]

Itä-Suomen ympäristölupavirasto 2007. Jaakonsuon jätevedenpuhdistamon ja kompostitoiminnan ympäristölupa, Keuruu. Dnro ISY-2006-Y-259 [pdf]. Saatavilla <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=77403> [viitattu 26.11.2012]

Jormola, J. 2011. Hulevesien hallinnan uudet periaatteet. Esitelmä vesihuollon kehittämispäivillä 29.-30.11.2011 [pdf]. Saatavilla [https://syke.etapahtuma.fi/eTaika\\_Tiedostot/2/TapahtumanTiedostot/472/Jormola%20Jukka.pdf](https://syke.etapahtuma.fi/eTaika_Tiedostot/2/TapahtumanTiedostot/472/Jormola%20Jukka.pdf) [viitattu 11.3.2013]

Kaakkomäki, S. 2012. Pihlajavesi [www]. Saatavilla <http://www.keuruu.fi/museo/PIHLAJAVESI/pihlajavesi.html> [viitattu 3.11.2012]

Karnela, T. 2012. Kirjallinen tiedonanto 10.12.2012.

Keski-Suomen vesi- ja ympäristöpiiri 1992. Pihlajaveden jätevedenpuhdistamon velvoitetarkkailuohjelma.

Keski-Suomen ympäristökeskus 2008. Pihlajavesi ja yläjuoksun pienvedet [www]. Saatavilla <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=27079> [viitattu 22.11.2012].

Keski-Suomen ympäristökeskus 2006. Vesistöjen käyttökelpoisuusluokitus 2000-2003 [www]. Saatavilla <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=15709&lan=fi> [viitattu 14.11.2012].

Koivuranta, M. 2012a. Kirjallinen tiedonanto 8.10.2012

Koivuranta, M. 2012b. Kirjallinen tiedonanto 26.11.2012

Kotimäki, I. 2012. Taistelua Pihlajavedestä turpeen ja kuntakartan voimalla [www]. Saatavilla <http://www.ilarikotimaki.fi/arkisto/268> [viitattu 2.11.2012].

KWH Pipe 2010. WehoPuts-puhdistamot jätevesien käsittelyyn [pdf]. Saatavilla [www.wehoputs.com/Link.aspx?id=1092126](http://www.wehoputs.com/Link.aspx?id=1092126) [viitattu 12.3.2013]

KWH Pipe 2011. Putkistojen ja kaivojen saneerausmenetelmät [pdf]. Saatavilla [www.kwhpipe.fi/Link.aspx?id=435397](http://www.kwhpipe.fi/Link.aspx?id=435397) [viitattu 11.3.2013]

KWH Pipe 2012. WehoPuts – Kyläkohtaiset puhdistamot WehoPuts 200-1200 [pdf]. Saatavilla [www.wehoputs.com/Link.aspx?id=1109188](http://www.wehoputs.com/Link.aspx?id=1109188) [viitattu 12.12.2012].

L 86/2000. Ympäristönsuojelulaki [www]. Saatavilla <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2000/20000086> [viitattu 12.3.2013]

L 119/2001. Vesihuoltolaki [www]. Saatavilla <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2001/20010119?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=vesihuoltolaki> [viitattu 13.3.2013]

L 132/1999. Maankäyttö ja rakennuslaki [www]. Saatavilla <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=maank%C3%A4ytt%C3%B6-%20ja%20rakennuslaki> [viitattu 11.3.2013]

Laaksonen, T. 2012. Kirjallinen tiedonanto 20.11.2012.

Lammentausta, J. 2012. Kirjallinen tiedonanto 11.1.2012.

Maa- ja Vesi Oy 1984. Pihlajaveden taajaman jätevedenpuhdistamo. KVR-urakkaohjelma. Osa II, suunnitteluperusteet.

Martikainen, S. 2005. Viemäriverkostojen tutkiminen savukokeella Keuruun vesilaitoksen toiminta-alueella. Tutkintotyö, Tampereen Ammattikorkeakoulu.

Männistö, J. 2010. Vuosiyhteenveto Pihlajaveden jätevedenpuhdistamon toiminnasta vuodelta 2009. Kokemäen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry.

Männistö, J. 2005. Vuosiyhteenveto Pihlajaveden jätevedenpuhdistamon toiminnasta vuodelta 2004. Kokemäen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry.

NRG 2013. Flexoren -sujutus [www]. Saatavilla [http://www.nrgint.fi/index.php?option=com\\_content&view=article&id=2&Itemid=11&lang=fi](http://www.nrgint.fi/index.php?option=com_content&view=article&id=2&Itemid=11&lang=fi) [viitattu 11.3.2013]

Raita Environment 2013a. Jätevesien puhdistus haja-asutusalueilla [www]. Saatavilla <http://www.amt.fi/fi/news/95/> [viitattu 13.3.2013]

Raita Environment 2013b. Raita biologis-kemialliset yhteispuhdistamot haja-asutusalueille [pdf]. Saatavilla [http://www.raita.com/esite\\_PA\\_xl.pdf](http://www.raita.com/esite_PA_xl.pdf) [viitattu 12.3.2013]

Rakennustieto Oy 2012. Vesihuoltoverkoston saneerausmenetelmät. Ohjekortin lausuntoversio 31.12.2012 [pdf]. Saatavilla [https://www.rakennustieto.fi/material/attachments/5fIPeDhrH/6DghzsCF5/-RTS13-5\\_Vesihuoltoverkoston\\_saneerausmenetelmat\\_-\\_ohjekortti.pdf](https://www.rakennustieto.fi/material/attachments/5fIPeDhrH/6DghzsCF5/-RTS13-5_Vesihuoltoverkoston_saneerausmenetelmat_-_ohjekortti.pdf) [viitattu 11.3.2012]

RIL-124–2004. Vesihuolto II. Suomen Rakennusinsinöörien liitto RIL ry. Helsinki 2004. 688s.

RIL-237–2-2010. Vesihuoltoverkkojen suunnittelu. Suomen Rakennusinsinöörien liitto RIL ry. 162s.

Saukkonen, H. 2004 (toim.). Jätevesien käsittely haja-asutusalueella. Opas nro. 3, Lounais-Suomen ympäristökeskuksen opassarja [pdf]. Saatavilla <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=25599> [viitattu 12.3.2013]

Seppinen, J. 2010a. Sekaviemärijärjestelmän hulevesikuormituksen vähentäminen. Diplomityö, Aalto-yliopiston teknillinen korkeakoulu [pdf]. Saatavilla <http://civil.aalto.fi/fi/tutkimus/vesi/opinnaytteet/seppinen2010.pdf> [viitattu 11.3.2013]

Seppinen, J. 2010b. Sekaviemärijärjestelmän hulevesikuormituksen vähentäminen. Esielmä Hulevesifoorumissa 26.11.2010 [pdf]. Saatavilla <http://www.miljo.fi/download.asp?contentid=123185&lan=fi> [viitattu 11.3.2013]

Suomen Kuntaliitto 2011. Kunnat.net-verkkopalvelu. Väestötietoja [www]. Saatavilla <http://www.kunnat.net/fi/tietopankit/tilastot/vaestotietoja/Sivut/default.aspx> [viitattu 16.10.2012].

Suomen Putkisto Palvelu Oy 2012. Pätkäsujuutus [www]. Saatavilla <http://www.sppoy.com/index.php/palvelut/2-articles/content/36-patkaesujutus> [viitattu 11.3.2013]

Tikkanen, P. 1989. Pihlajaveden asema, viemärin ja vesijohdon saneeraus. Suunnitelmapiiirustukset, Keuruu 16.8.1989.

Uponor 2010. Talo- ja yhdyskuntatekniikan ratkaisut – kaikki samalta toimittajalta. Tehtaanhinnasto ja tuoteluettelo 1.1.2010. 247s.

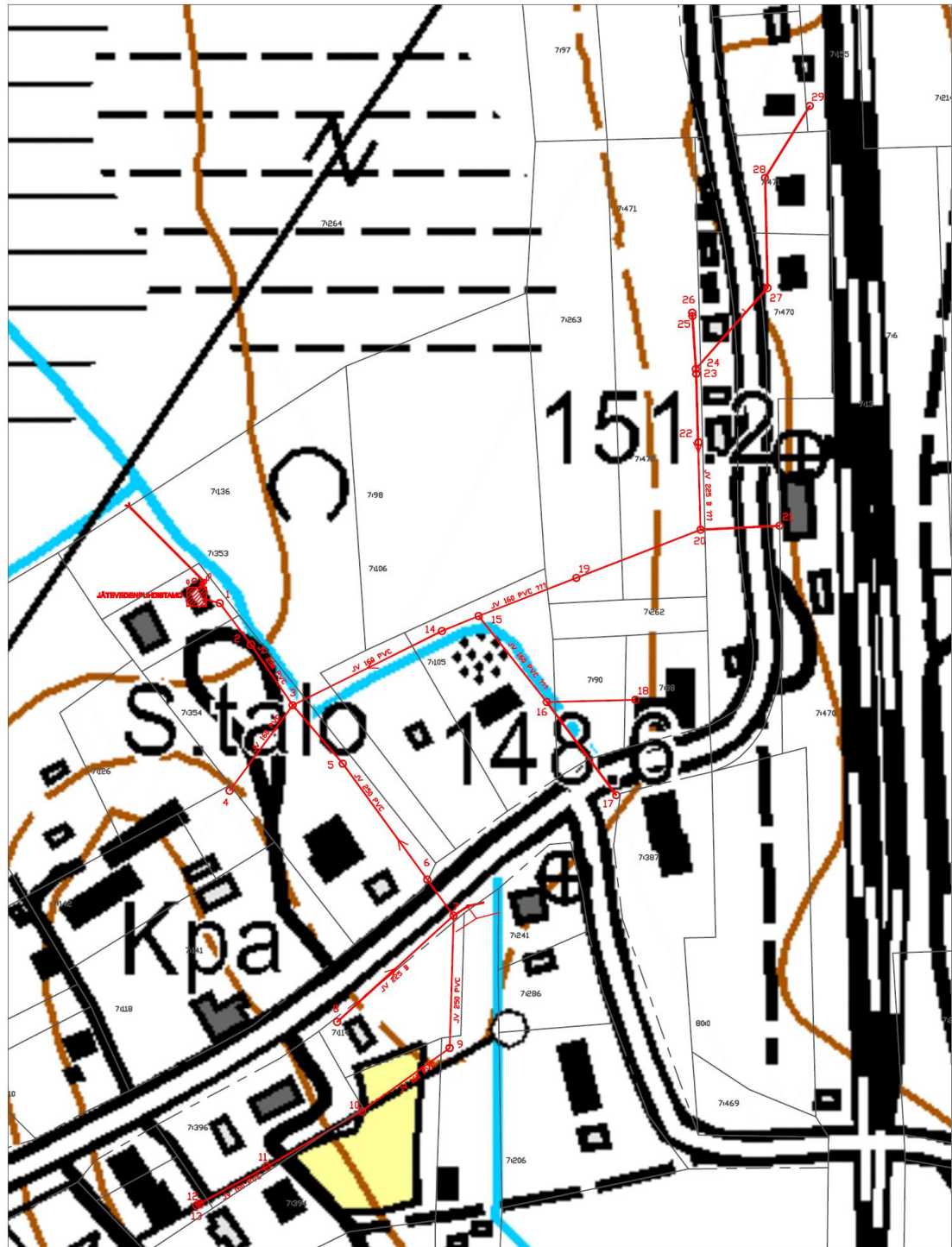
Vesilaitosyhdistys 2013. Hulevedet [www]. *Saatavilla* <http://www.vvy.fi/index.phtml?s=58> [viitattu 11.3.2013]

Väliaho, S. 2012. Suullinen tiedonanto 4.12.2012.


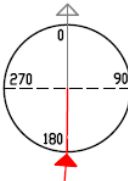
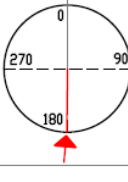
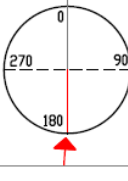
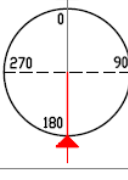
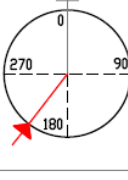
Ympäristöministeriö 2012. Puhdistamoja kannustetaan tehostamaan jätevesien käsittelyä. Ympäristöministeriön, Vesilaitosyhdistyksen ja Suomen kuntaliiton tiedote [www]. *Saatavilla* <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=404564&lan=fi> [viitattu 13.3.2013]

# LIITTEET

Liite 1. Saneerattava verkosto kaivoineen



## Liite 2. Kaivokortti

 <b>KEURUUN VESI</b> Kantolantie 8 42700 KEURUU puh. 0207 738 730		ASIAKAS KOHDE TYÖ NÖ PVM LAATIJAN <b>KAIVOLUETTELO</b>						
<b>VIITEPIIRUSTUS</b>								
<b>LINJAT</b>								
<b>Jätevesikaivo</b> X: 6915661.56 Y: 2520424.93		PUTKEN LAATU Ø KORKEUS VESIJ. (m) KULMA ASTEINA VIETTO-KALTEV.						
KAIVO NÖ	2		POISTO	PVC	160			0.010
PAALU			TULO 1	PVC	160	0.00	180	0.010
1) POISTO +(m)	143.79		TULO 2					
Ø DE, MAT. (mm)	400, Muovi		TULO 3					
2) KORKEUS (m)	1.50		TULO 4					
			TULO 5					
			TULO 6					
<b>Jätevesikaivo</b> X: 6915636.57 Y: 2520442.37		PUTKEN LAATU Ø KORKEUS VESIJ. (m) KULMA ASTEINA VIETTO-KALTEV.						
KAIVO NÖ	3		POISTO	PVC	160			0.010
PAALU			TULO 1	PVC	160	0.00	180	0.010
1) POISTO +(m)	144.09		TULO 2					
Ø DE, MAT. (mm)	400, Muovi		TULO 3					
2) KORKEUS (m)	1.50		TULO 4					
			TULO 5					
			TULO 6					
<b>Jätevesikaivo</b> X: 6915613.10 Y: 2520462.01		PUTKEN LAATU Ø KORKEUS VESIJ. (m) KULMA ASTEINA VIETTO-KALTEV.						
KAIVO NÖ	5		POISTO	PVC	160			0.010
PAALU			TULO 1	PVC	160	0.00	180	0.010
1) POISTO +(m)	144.41		TULO 2					
Ø DE, MAT. (mm)	400, Muovi		TULO 3					
2) KORKEUS (m)	1.50		TULO 4					
			TULO 5					
			TULO 6					
<b>Jätevesikaivo</b> X: 6915565.09 Y: 2520496.80		PUTKEN LAATU Ø KORKEUS VESIJ. (m) KULMA ASTEINA VIETTO-KALTEV.						
KAIVO NÖ	6		POISTO	PVC	160			0.010
PAALU			TULO 1	PVC	200	0.00	180	0.010
1) POISTO +(m)	145.00		TULO 2					
Ø DE, MAT. (mm)	400, M		TULO 3					
2) KORKEUS (m)	1.50		TULO 4					
			TULO 5					
			TULO 6					
<b>Jätevesikaivo</b> X: 6915552.81 Y: 2520510.55		PUTKEN LAATU Ø KORKEUS VESIJ. (m) KULMA ASTEINA VIETTO-KALTEV.						
KAIVO NÖ	7		POISTO	PVC	200			0.010
PAALU			TULO 1	PVC	200	Ei tunn.	218	0.010
1) POISTO +(m)	145.59		TULO 2					
Ø DE, MAT. (mm)	400, Muovi		TULO 3					
2) KORKEUS (m)	1.90		TULO 4					
			TULO 5					
			TULO 6					
KANSISTO								
TONTTIHAARAT:								
1) KAIVON POISTOVESIJUOKSUN ABSOLUUTTINEN KORKEUS 2) KAIVON KORKEUS POISTOVESIJUOKSUSTA KAIVON KANTEEN								



## Liite 3. Sopimus pohja vesi- ja viemärijohtojen sijoittamisesta

KAUP.OSA/KYLÄ <b>Pihlajavesi</b>		KORTTELI/TILA	TONTTI/Rn:0
Kiinteistön omistajat/haltijat			
Sijoitettavat laitteet	<p>Tämän sopimuksen perusteella saadaan edellä mainitulle kiinteistölle sijoittaa laitokseen kuuluvia laitteita seuraavasti:</p> <p><b>Yleiset viemärijohtdot niihin kuuluvine laitteineen, venttiileineen ja kaivoineen sekä tuki- ja suojarakenteineen</b></p> <p>Kiinteistön omistaja/haltija sitoutuu luovuttaessaan kiinteistön tai sen osan omistus- ja hallinta-oikeuden toiselle luovutuskirjassa pysyttämään tässä sopimuksessa tarkoitetut laitoksen oikeudet laitteiden sijoittamiseen luovutuksen saajaa sitovana</p>		
Korvaus	<p>Laitteet pysyvät laitoksen omaisuutena ja ne saadaan poistaa laitoksen toimesta. Laitoksella on myös oikeus korjata, uusia ja huoltaa em. laitteita. Maasto on laitoksen toimesta töiden suorituksen jälkeen tasattava ja siistittävä.</p> <p>Laitteiden rakentamisesta aiheutuvista vahingoista ja haitoista suorittaa laitos kertakaikkisena korvauksena (kirjaimin ja numeroin):</p>		
			
SUUNNITELMAKARTTA 1:2000			
Paikka ja aika		KEURUULLA	
Kiinteistön omistajan allekirjoitus	Kiinteistön omistajan allekirjoitus	Seppo Väliaho vesihuoltopäällikkö	
Nimen selvennys	Nimen selvennys		

Liite 4. Paineputkien mitoituslaskelmat

<i>Suction height</i>	<i>0.00 m</i>		
<i>Discharge height</i>	<i>25.00 m</i>		
<i>Discharge pressure</i>	<i>0.00 m</i>		
<b>Pipe Section</b>	<b>Internal pipe</b>	<b>63 PEH-10</b>	<b>75 PEH-10</b>
<b>Pipe Length</b>	3.0 m	1400.0 m	1400.0 m
<b>Nominal Diameter</b>	80.0 mm	63.0 mm	75.0 mm
<b>Inside Diameter</b>	80.7 mm	55.4 mm	66.0 mm
<b>Pipe Material</b>	STEEL	LDPE	LDPE
<b>Pipe Roughness</b>	0.2500 mm	0.2500 mm	0.2500 mm
<b>Flow Rate</b>		1.70 l/sec	2.40 l/sec
<b>Velocity</b>		0.71 m/s	0.70 m/s
<b>Friction Loss</b>			
<i>Fittings</i>	0.1 m	0.0 m	0.0 m
<i>Pipe</i>	0.0 m	20.4 m	16.1 m
<i>Total</i>	0.1 m	20.4 m	16.1 m
<b>NPSHa</b>		10.23 m	10.23 m
<b>Static head</b>		25.00 m	25.00 m
<b>Friction head</b>		20.44 m	16.16 m
<b>Total head</b>		45.44 m	41.16 m
			39.23 m

Liite 5. Linjapumppaamoon valittu pumppu

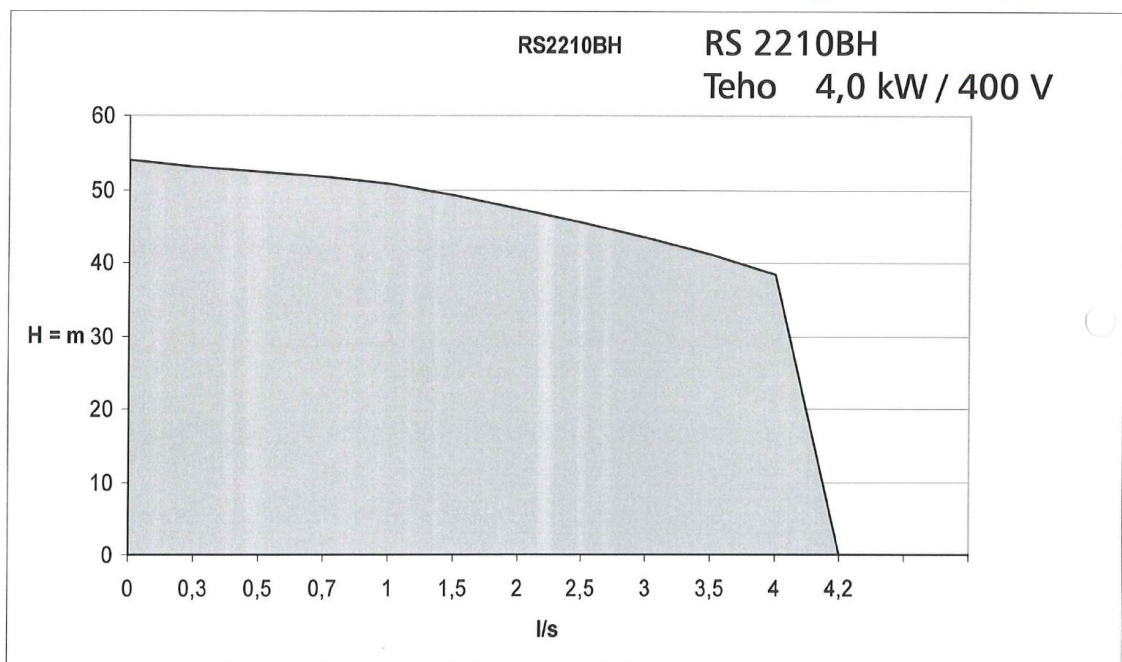
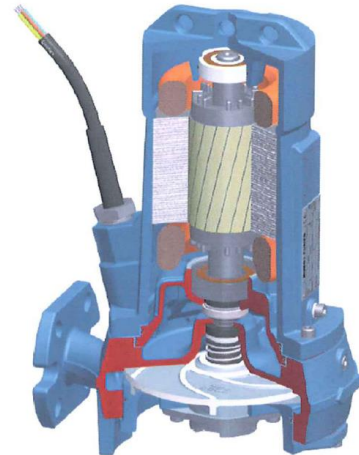


**ITT**

## Robot repijäpumppu

RS 2210BH

Teho 4,0 kW / 400 V  
Taajuus 50 Hz  
Nimellisvirta 8,5 A  
Paino 47 kg



*Engineered for life*

ITT Flygt-Pumput Oy  
Yrittäjätie 28, 01800 Klaukkala  
Puh 09-8494111  
Fax 09-852 4910  
[www.flygt.fi](http://www.flygt.fi)

## Liite 6. Verkostosaneerauksen ja –laajennuksen kustannusarvio


 Kustannusarvio  
 SANEERAUS  
 7.6.2013

1(1)

 PIHLAJAVEDEN VIEMÄRIN SANEERAUS JA LAAJENNUS  
 KUSTANNUSARVIO

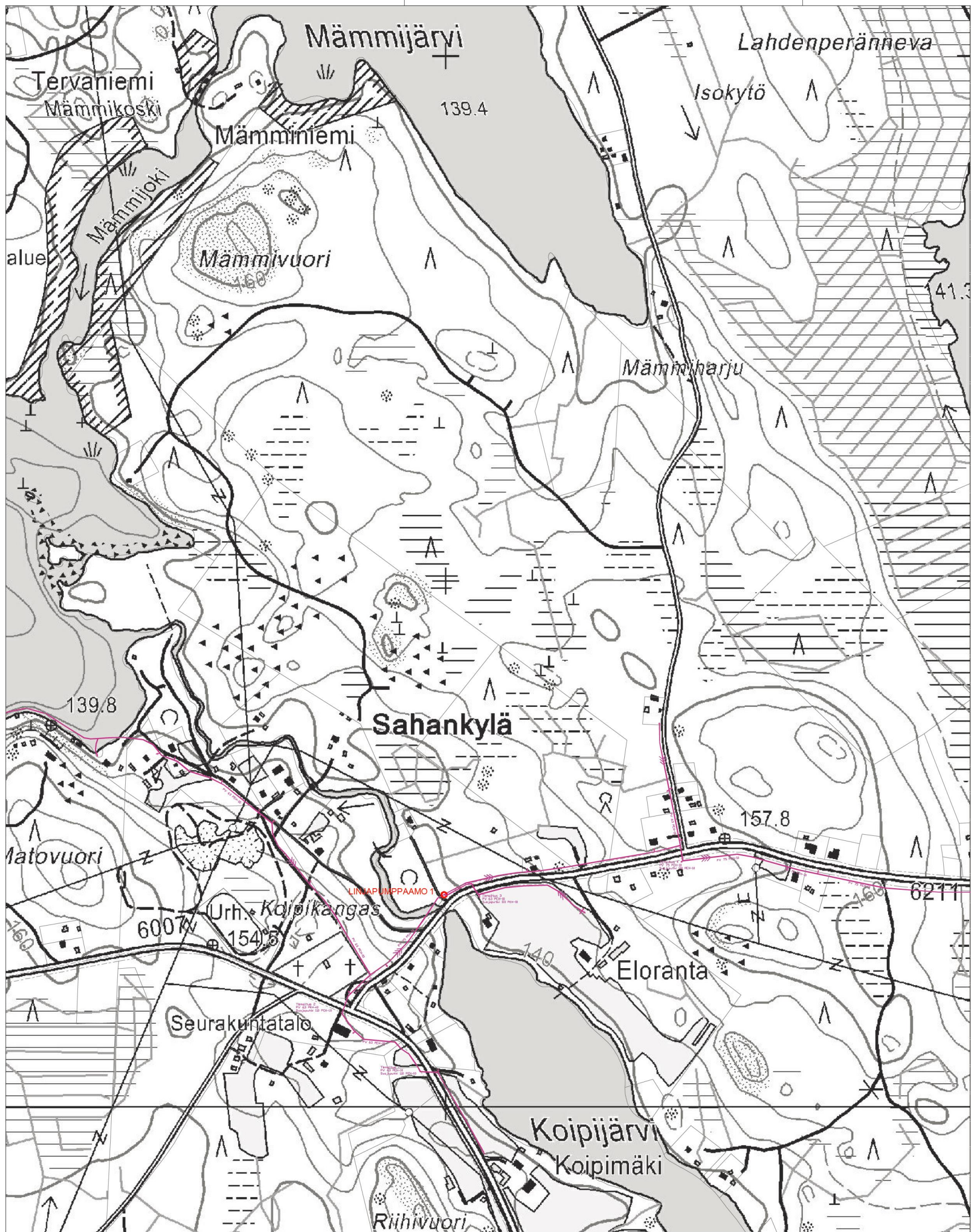
Kustannuslaji	Määrä	Yksikkö	Tarvikekustannukset			Työkustannukset			Työ- ja tarvikekustannukset		
			Yksikkö- hinta euroa	Yhteensä euroa	YHTEENSÄ euroa	Yksikkö- hinta euroa	Yhteensä euroa	YHTEENSÄ euroa	Yksikkö- hinta euroa	Yhteensä euroa	YHTEENSÄ euroa
<b>Viemäriputket, laitteet ja tarvikkeet</b>											
<b>Viemäriputket</b>					<b>3 220</b>			<b>5 980</b>			<b>9 200</b>
160 PVC (viettoviemäri)	460	m	7	3 220		13	5 980		20	9 200	
<b>Viemärin tarkastuskaivot</b>					<b>3 600</b>			<b>3 600</b>			<b>7 200</b>
ø 400 M, RST-kaivohatulla	12	kpl	300	3 600		300	3 600		600	7 200	
<b>VIEMÄRITARVIKKEET YHTEENSÄ</b>			<b>TARVIKKEET</b>		<b>6 820</b>	<b>ASENNUSTYÖT</b>		<b>9 580</b>	<b>TYÖT JA TARVIKKEET</b>		<b>16 400</b>
<b>Vesihuoltolinjan yhteiset tarvikkeet</b>											
<b>Teräsievyarina</b>					<b>2 400</b>			<b>2 400</b>			<b>4 800</b>
leveys 900 mm	160	m	15	2 400		15	2 400		30	4 800	
<b>YHTEISET TARVIKKEET YHTEENSÄ</b>			<b>TARVIKKEET</b>		<b>2 400</b>	<b>ASENNUSTYÖT</b>		<b>2 400</b>	<b>TYÖT JA TARVIKKEET</b>		<b>4 800</b>
<b>Maatyöt</b>											
<b>Johtokaivannon kaivu ja täyttö</b>								<b>8 600</b>			<b>8 600</b>
Sujutus 225 B / 160 PVC	300	m				10	3 000		10	3 000	
Viettoviemärinkaivanto	160	m				35	5 600		35	5 600	
<b>MAATYÖT YHTEENSÄ</b>						<b>MAATYÖT</b>		<b>8 600</b>	<b>TYÖKUSTANNUKSET</b>		<b>8 600</b>
			<b>Tarvikkeet yhteensä (alv 0%)</b>			<b>Työ yhteensä (alv 0 %)</b>			<b>Työ ja tarvikkeet yhteensä (alv 0%)</b>		
<b>YHTEENSÄ (alv 0%)</b>			<b>9 220 €</b>			<b>20 580 €</b>			<b>29 800 €</b>		
<b>YHTEENSÄ (sis. alv 24%)</b>			<b>11 433 €</b>			<b>25 519 €</b>			<b>36 952 €</b>		

# PIHLAJAVEDEN VIEMÄRIN SANEERAUS JA LAAJENNUS

## KUSTANNUSARVIO

Kustannuslaji	Määrä	Yksikkö	Tarvikekustannukset			Työkustannukset			Työ- ja tarvikekustannukset		
			Yksikkö-hinta euroa	Yhteensä euroa	YHTEENSÄ euroa	Yksikkö-hinta euroa	Yhteensä euroa	YHTEENSÄ euroa	Yksikkö-hinta euroa	Yhteensä euroa	YHTEENSÄ euroa
<b>Viemäriputket, laitteet ja tarvikkeet</b>											
<b>Viemäriputket</b>					10 710			16 800			27 510
75 PEH - 10 (paineviemäri)	1470	m	3	4 410		5	7 350		8	11 760	
63 PEH - 10 (paineviemäri)	3150	m	2	6 300		3	9 450		5	15 750	
<b>Haarayhteet viemäriin</b>					2 600			800			3 400
75/63/75, T-haara painevismäriin, vetoa kestävä	10	kpl	80	800		20	200		100	1 000	
63/63/63, T-haara painevismäriin, vetoa kestävä	30	kpl	60	1 800		20	600		80	2 400	
<b>Viemärin supistusyhteet</b>					60			60			120
75 - 63	3	kpl	20	60		20	60		40	120	
<b>Jv-pumppaamot</b>					14 000			3 000			17 000
Pumppaamo 2 ø 1400 mm, kork. n. 4000 mm	1	kpl	14000	14 000		3 000	3 000		17 000	17 000	
<b>Painevismäriin sulkuventtiilit+karanjatkot+signaalihtut</b>					7 620			2 400			10 020
75 M putkeen (vetoa kestävä)	3	kpl	140	420		50	150		190	570	
63 M putkeen (vetoa kestävä)	45	kpl	160	7 200		50	2 250		210	9 450	
<b>Jätevedenpuhdistamo</b>					80 000			30 000			110 000
	1	kpl	80000	80 000		30 000	30 000		110 000	110 000	
<b>VIEMÄRITARVIKKEET YHTEENSÄ</b>			<b>TARVIKKEET</b>		<b>114 990</b>	<b>ASENNUSTYÖT</b>		<b>53 060</b>	<b>TYÖT JA TARVIKKEET</b>		<b>168 050</b>
<b>Maatyöt</b>											
<b>Linjojen raivaus</b>								2 000			2 000
Hakkuu- ja raivaustyöt	2	erä				1 000	2 000		1 000	2 000	
<b>Johtokaivannon kaivu ja täyttö</b>								78 540			78 540
Paineputkikaivanto	4620	m				17	78 540		17	78 540	
<b>Tienalitus tunkaamalla/poraamalla/paineilmamyyräillä</b>							6 600	6 600			6 600
(ei sis. johtojen asennusta suojaputkiin)											
63 PEH putkille ø > 100 suojaputki (muovi SN8 tai teräs)	60	m				110	6 600		110	6 600	
<b>Louhinta</b>								7 500			7 500
kallion louhinta	150	m3ktr				50	7 500		50	7 500	
<b>MAATYÖT YHTEENSÄ</b>						<b>MAATYÖT</b>		<b>94 640</b>	<b>TYÖKUSTANNUKSET</b>		<b>94 640</b>
			Tarvikkeet yhteensä (alv 0%)			Työ yhteensä (alv 0 %)			Työ ja tarvikkeet yhteensä (alv 0%)		
<b>YHTEENSÄ (alv 0%)</b>			<b>114 990 €</b>			<b>147 700 €</b>			<b>262 690 €</b>		
<b>YHTEENSÄ (sis. alv 24%)</b>			<b>142 588 €</b>			<b>183 148 €</b>			<b>325 736 €</b>		









K.osaj/Kylä	Korttelit/kuja	Tontti/Al. n:o	Viranomaisen arkistomerkitelmä
Rakennustoimenpide		Piirustustyyppi	Juoks. n:o SI
Rakennuskatteen nimi ja osate		Piirustuksen sisältö	Mittakaava 1:4000
PIHLAJAVEDEN ASEMANSEUTU VIEMÄRIN RUNKOLUJAN JA JÄTEVEDENPUHDISTAMON RAKENTAMINEN		Suunnitelma korttia	
 <b>KEURUU VESI</b> Korttialue 0 42700 KEURUU puh. 0207 738 730	pm. 18.1.2013  Suunnit. A. Aalto	Suunnittelualue	KUNTEK  työn n:o